

核技术利用建设项目

新增数字减影血管造影机（DSA）项目

环境影响报告表

（脱密公示本）

夹江县人民医院(公章)

2023年1月

生态环境部监制

目录

表 1 项目基本情况	1
表 2 放射源	14
表 3 非密封放射性物质	14
表 4 射线装置	15
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	16
表 6 评价依据	17
表 7 保护目标与评价标准	20
表 8 环境质量和辐射现状	26
表 9 项目工程分析与源项	33
表 10 辐射安全与防护	41
表 11 环境影响分析	51
表 12 辐射安全管理	73
表 13 结论与建议	80
表 14 审批	86

附图：

- 1) 附图 1 夹江县人民医院本项目地理位置图；
- 2) 附图 2 夹江县人民医院本项目周边环境概况图；
- 3) 附图 3 本项目 DSA 手术室所在楼层平面布置图；
- 4) 附图 4 本项目 DSA 手术室楼上（二层）平面布置图；
- 5) 附图 5 本项目 DSA 手术室楼下（负一层）平面布置图；
- 6) 附图 6 本项目 DSA 手术室平面布置图；
- 7) 附图 7 本项目 DSA 手术室人流物流示意图；
- 8) 附图 8 本项目 DSA 手术室新风、排风示意图；
- 9) 附图 9 本项目 DSA 手术室控制区、监督区示意图；
- 10) 附图 10 本项目 DSA 手术室辐射安全与防护措施示意图；

附件：

- 1) 附件 1 委托书
- 2) 附件 2 承诺书
- 3) 附件 3 事业单位法人证书
- 4) 附件 4 辐射安全许可证
- 5) 附件 5 《夹江县卫生和计划生育局迁建县人民医院项目环境影响报告书》的审批意见 XXXXXXXXXX
- 6) 附件 6 辐射安全与防护考核承诺书
- 7) 附件 7 射线装置使用工况确认书
- 8) 附件 8 防护设计说明
- 9) 附件 9 医疗废物委托处置合同
- 10) 附件 10 本项目辐射环境本底监测报告
- 11) 附件 11 辐射安全领导小组

表 1 项目基本情况

建设项目名称		新增数字减影血管造影机（DSA）项目			
建设单位		夹江县人民医院			
法人代表	■	联系人	■	联系电话	■
注册地址		夹江县千佛大道二段 1 号			
建设项目地点		乐山市夹江县千佛大道二段 1 号夹江县人民医院门急诊医技综合楼 一楼 DSA 手术室			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资 (万元)	■	项目环保投资 (万元)	■	投资比例（环保 投资/总投资）	8.77%
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input checked="" type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他		占地面积（m ² ）	281
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I类（医疗使用） <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
其他	/				
1.项目概述:					
1.1 建设单位基本情况					
夹江县人民医院始建于 1940 年，是政府主办的公立国家三级乙等综合医院、世界卫生组织授予的“爱婴医院”、“省级精神文明单位”。医院历经 82 年的发展历程，逐步发展成为集医疗、教学、科研、预防保健、急救、康复为一体的区域医疗中					

心。

2019年，按县委县政府要求，结合乡镇行政区划调整，医院与一个社区、三个中心卫生院建立了“夹江县人民医院紧密型县域医共体”；2020年12月，医院新院区落成，并于2021年9月顺利实现整体搬迁，2021年4月医院晋升为“国家三级乙等综合医院”。

医院新院区位于夹江县千佛大道二段1号，占地面积约100亩，建筑面积约63804.46平方米，编制床位600张，目前全院职工666人，其中在编职工220人，临聘人员446人。全院卫生专业技术人员583人，拥有高级职称79人，中级职称191余人。设有15个临床科室，7个医技科室，19个职能科室，医院党委下辖党支部6个，团支部1个；所开设诊疗科室按三级综合医院标准设置基本齐全。

本项目所在门急诊医技综合楼于2018年取得了乐山市环境保护局关于《夹江县卫生和计划生育局迁建县人民医院项目环境影响报告书》的审批意见（乐市环审〔2018〕20号，见附件5）。

夹江县人民医院现已开展核技术利用项目，且已取得辐射安全许可证，编号为“川[REDACTED]”，种类和范围为“使用III类射线装置”，有效期至：2026年10月17日。医院现有辐射安全许可证正副本扫描件见附件4。

1.2 项目由来

为更好地为周边居民提供多层次的医疗服务，拓宽医疗服务范围，提高服务水平和区域医疗服务能力，夹江县人民医院拟将门急诊医技综合楼一楼DSA手术室及辅房进行改造（DSA手术室随大楼修建但一直未装修和使用），并在DSA手术室内新增1台数字减影血管造影机（DSA）。建设单位拟为数字减影血管造影机（DSA）配备8名辐射工作人员，包括4名医师，2名护士及2名技师。据院方提供资料，介入治疗项目开展后，拟用于开展心脏介入手术、神经介入手术，手术出束情况见表1-4。

根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》、《建设项目环境保护管理条例》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规的规定对本项目进行环评，依据《建设项目环境影响评价分类管理名录》的规定，本项目应编制环境影响报告表。受夹江县人民医院委托，江苏睿源环境科技有限公司承担该项目的环评工作。我公司通过资料调研、现场查勘、现场监测（四川省永坤环境监测有限公司，已

在监测系统中注册）、评价分析，编制该项目环境影响报告表。委托书见附件 1，承诺书见附件 2。

1.3 项目概况

1.3.1 项目名称、性质、建设地点

（1）项目名称：新增数字减影血管造影机（DSA）项目

（2）建设单位：夹江县人民医院

（3）建设性质：新建

（4）建设地点：乐山市夹江县千佛大道二段 1 号人民医院门急诊医技综合楼一楼 DSA 手术室

项目地理位置图见附图 1。

1.3.2 项目建设内容与建设规模

本项目拟将门急诊医技综合楼一楼 DSA 手术室及辅房进行改造，该建筑地上 3 层，地下 1 层，最高 18.6m，改造面积约 281m²。本项目改造前为 DSA 手术室、缓冲、手术准备、设备间、应急物资间、污物暂存间、库房及控制连廊，手术室改造前屏蔽楼顶为 160mm 混凝土，地面为 180mm 混凝土，四周墙为 240mm 实心砖墙。改造后的房间有 DSA 手术室、控制室、设备间、污物清洗/打包等。

改造后 DSA 手术室面积 62.7m²，净空尺寸 8.2m（长）×7.6m（宽）×5.1m（高），吊顶高度 2.8m，四周墙体东南侧墙为 370mm 实心砖，其余三面墙为 240mm 实心砖墙+120mm 实心砖墙，新建 120mm 实心砖与原 240mm 实心砖之间 10mm 缝隙使用溢灰填满、顶板为原有 160mm 混凝土+新增的 30mm 硫酸钡水泥砂浆、地板为 180mm 混凝土+新增的 70mm 混凝土、防护窗（2 扇）为 4mm 铅当量的铅玻璃，患者通道门、控制室门、设备间门、污物通道门、医护通道门均为 4mm 铅当量铅门。本项目拟在 DSA 手术室内新增 1 台数字减影血管造影机（DSA，II类射线装置，厂家型号：佳能 INFX-9000C，额定管电压为 125kV，额定管电流为 1000mA，射线方向由下往上）。预计本项目数字减影血管造影机（DSA）每年最多能达到 500 台手术量，手术出束情况见表 1-4。参考《正确使用数字减影血管造影机减少介入手术中的辐射吸收剂量》（中国医学装备，2012，June Vol.9 NO.6），该文献通过对 1200 例各类介入手术分析了介入手术中各种情况的平均透视时间。综合考虑各科手术时长，院方预计 1 台手术最长透视 30min，最长拍片 120s。本项目年总照射时间为 266.7h，拍片 16.7h，透

视 250h。

DSA 手术室设置于夹江县人民医院门急诊医技综合楼一楼，其屏蔽防护见表 1-1。

表 1-1 DSA 手术室屏蔽防护一览表

场所	屏蔽方位	设计屏蔽材料及屏蔽厚度
DSA 手术室	四周墙体	370mm 实心砖墙（东南侧墙）、360mm 实心砖墙
	顶部	160mm 混凝土+30mm 硫酸钡水泥
	底部	180mm 混凝土+70mm 混凝土
	患者通道防护门（规格： 1900mm×2400mm）	4mm 铅防护门
	医护通道防护门（规格： 1400mm×2400mm）	4mm 铅防护门
	设备间、控制室和污物通道防护门 （规格：1000mm×2200mm）	4mm 铅防护门
	观察窗（规格：1500mm×2000mm、 1500mm×1500mm）	4mm 铅玻璃

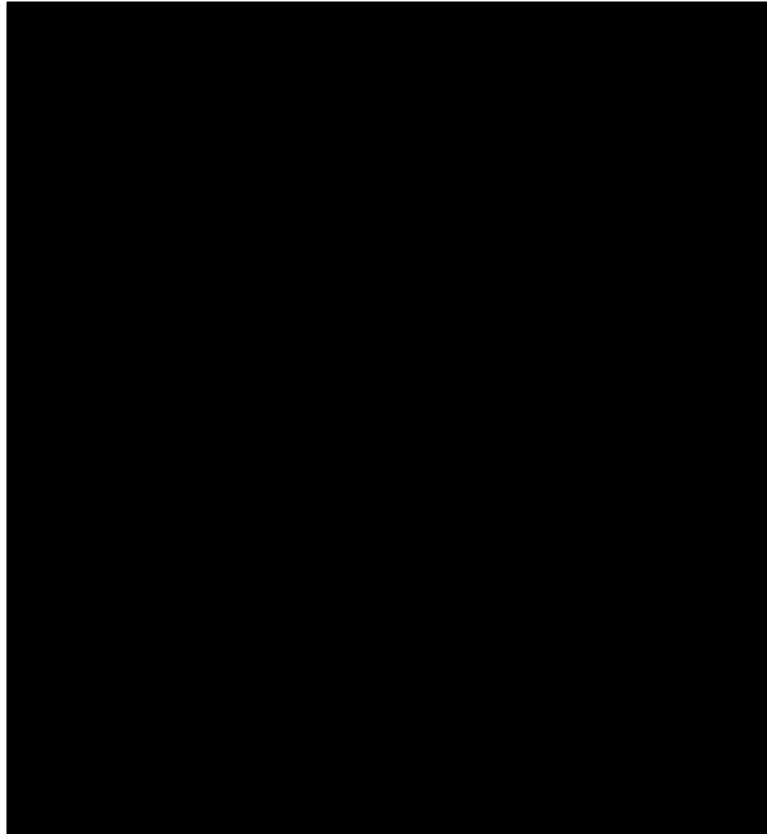
介入治疗区拟拆除墙体以及新增墙体：建设单位拟将 DSA 手术室东南侧墙体和西南侧部分墙体、缓冲与手术准备中间墙体和东北侧墙体西北侧墙体、设备间四周墙体、污物暂存四周墙体、库房四周墙体拆除后，在 DSA 手术室西南侧增设隔断为设备间和污物清洗/打包，将原设备间及库房西北侧区域改造为 DSA 控制室和刷手区，将原库房位置改造为无菌物品存放库和一次性物品库房，将原污物暂存房间及东侧走道区域改造为刷手区、值班室一和值班室二，将原有应急物资间改造为换鞋和男更女更间，楼梯东侧加隔断墙增设一个办公室。改造前后区域功能见表 1-2。

表 1-2 改造前后区域功能对照表

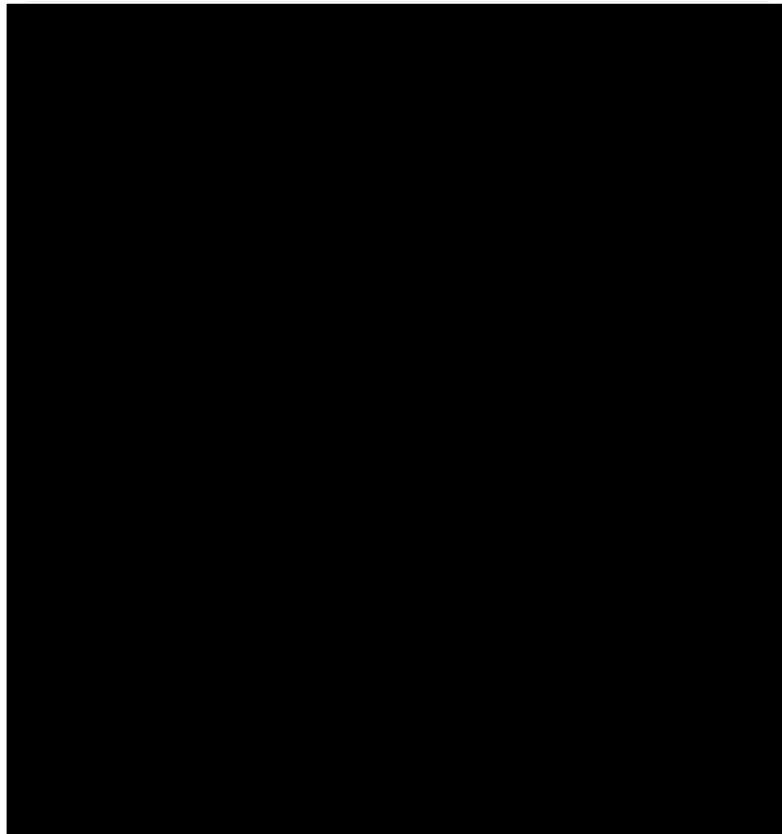
改造前	改造后
DSA 手术室	DSA 手术室
控制室	设备间、污洗打包
设备间、污物暂存	控制室、刷手区、值班室一、值班室二
库房	一次性物品库房、无菌物品存放库房
应急物资	换鞋、男更、女更

DSA 手术室门窗安装：建设单位拟在改造后的 DSA 手术室内增加一扇电动防护门（医护通道防护门，规格：1400mm×2400mm）和两扇平开防护门（污物通道防护门和控制室防护门，规格：1000mm×2200mm）均为 4mm 铅当量。在东南侧墙上安

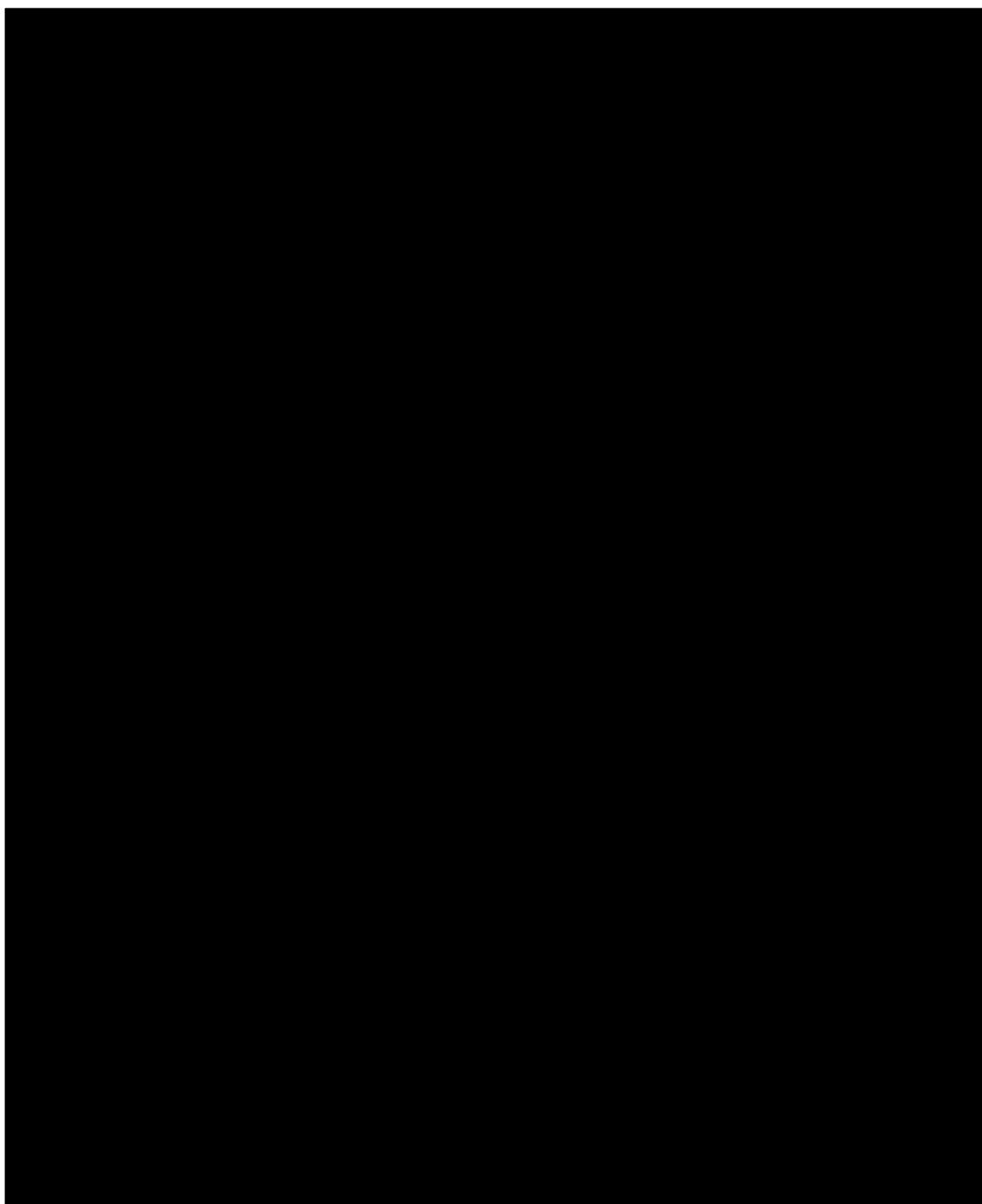
装两扇观察窗（规格：1500mm×2000mm、1500mm×1500mm），两扇窗均离地 900mm。



DSA 手术室改造前（红线范围为改造设计区域）



改造拆除墙体



DSA 手术室改造后（设计区域内除手术室外其余房间为本项目辅房）

1.3.3 项目组成及主要环境影响

项目组成及主要环境影响见表 1-2。

表 1-2 项目组成及主要的环境影响一览表

名称	建设内容及规模	可能产生的环境影响	
		施工期	运营期
主体工程	本项目位于乐山市夹江县千佛大道二段 1 号人民	主要影响	X射线、臭

	<p>医院门急诊医技综合楼一楼 DSA 手术室。建设单位拟将一楼 DSA 区域改造为 DSA 手术室及其辅房。</p> <p>经改造后 DSA 手术室有效使用面积为 62.7m²(最小单边长 7.6m)，其防护屏蔽为：四面墙体结构为东南侧为 370mm 实心砖墙其余三面为 240mm 实心砖墙+10mm 溢灰+120mm 实心砖；上楼板为 160mm 混凝土楼板+30mm 硫酸钡水泥；地面为 250mm 混凝土楼板；5 扇防护门均为 4mm 铅防护门；2 扇 4mm 铅当量铅玻璃的观察窗。</p> <p>在 DSA 手术室内新增一台II类射线装置 DSA，厂家型号为：佳能 INFX-9000C，额定管电压为 125kV，额定管电流为 1000mA，射线方向由下往上。</p> <p>尚未开始改造工程。</p>	为：施工废水、施工废气、施工噪声及施工固体废弃物影响	氧及氮氧化物、噪声、医疗废物
辅助工程	<p>本项目 DSA 手术室配套功能用房有： 控制室：24.02m²；设备间：15.86m²；污物清洗/打包间：10.69m²；无菌库房：23.78m²；一次性物品库房：15.61m²；洗手区：11.44m²；男更衣间：5.03m²；女更衣间：3.74m²；值班室一：8.85m²；值班室二：7.31m²；办公室：15.97m²；换鞋区：3.78m²；换床缓冲：17.05m²。</p>		生活垃圾
公用工程	<p>依托院区拟建的给排水、配电、供电和通信系统等。</p>		/
办公及生活设施	<p>办公室等医护人员工作用房（随门急诊医技综合楼已建成）</p>		/
环保工程	<p>废气由本项目拟建通排风系统一排放；废水处理依托院区拟建的污水管道和污水处理站；医疗废物依托院区拟建的污物暂存间进行处理；办公、生活垃圾依托院区拟建的生活垃圾收集系统进行处理。除通排风系统其余均已建成。</p>		生活废水、医疗废水、生活垃圾、医疗废物

1.3.4 主要原辅材料

本项目数字减影血管造影机（DSA）主要原辅材料及能耗情况见表 1-3。

表1-3 本项目DSA主要原辅材料及能耗情况

类别	名称	数量	来源	用途	备注
介入治疗项目					
能源	电	2000kW·h/a	城市电网	DSA手术室用电	/
水	生活用水	183m ³ /a	城市生活用水管网	生活用水	/
手术耗材	碘克沙醇注射液	100ml/瓶 600瓶/a	每年供应商招标	造影剂	320mg I/ml
手术耗材	手套	62kg/a	每年供应商招标	介入手术	/
手术耗材	纱布	55kg/a	每年供应商招标	介入手术	/
手术耗材	药棉	44kg/a	每年供应商招标	介入手术	/
<p>碘克沙醇注射液：分子式 C₃H₄₄I₆N₆O₁₅，分子量 1550.20，浓度为 320mg I/ml，</p>					

渗透压为 290mosm/kg·H₂O（37℃），粘度为 11.4mPa·s（37℃），pH 值为 6.8-7.6。本品为无色或淡黄色的澄明液体。活性成分为碘克沙醇，辅料为氯化钙、氯化钠、氨丁三醇、依地酸钙钠，包装为中性硼硅玻璃输液瓶。因此本项目投运后将产生残留有少量造影剂的输液瓶。

1.3.5 主要设备配置及主要技术参数

为了减少反散射影响，数字减影血管造影机（DSA）的平板探测器或影像接收器位于病人上方，机头位于病人下方，因此数字减影血管造影机（DSA）的主射线方向为由下往上。

本项目射线装置预测工况、主要技术参数及手术人员配置情况见表 1-4。

表 1-4 数字减影血管造影机（DSA）主要设备配置及主要技术参数

设备参数							
设备名称	厂家型号	类别	数量	额定电压	额定电流	射线方向	备注
DSA	佳能 INFX-9000C	II类	1台	125kV	1000mA	由下往上	本次新建
常用工况							
模式	透视	管电压	60kV~90kV		管电流	3mA~20mA	
	拍片		40kV~90kV			100mA~600mA	
单台设备出束情况							
使用场所	手术类型	单台手术累计最长出束时间		年手术台数	年最长出束时间		
		拍片	透视		拍片	透视	
DSA 手术室	神经介入手术	120s	30min	250	16.7h	250h	
	心脏介入手术			250			
辐射工作人员受照射时间							
辐射工作人员		数量	单人年最大手术台数	单人年最大透视时间	单人年最大拍片时间		
第一手术位医师		2	250	125h	/		
第二手术位医师		2	250	125h	/		
技师（两位技师均分时间）		2	250	125h	8.35h		
护士（两位护士均分时间）		2	250	125h	/		

1.3.6 工作人员及工作制度

本项目投运后，拟为本项目 DSA 手术室配备 8 名辐射工作人员，包括 4 名医师，2 名护士及 2 名技师。手术人员共两组，每组由 2 名医师 1 名护士组成（手术时护士仅辅助医师进行手术），2 名技师轮流为手术操作 DSA。本项目数字减影血管造影机（DSA）辐射工作人员均为新增。

针对本项目所有新增辐射工作人员，建设单位承诺在上岗前将安排所有新增辐射工作人员自主在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习辐射安全和防护专业知识及相关法律法规，II 类射线装置辐射工作人员报考全国核技术利用辐射安全与防护考核，必须通过考核后方能正式进行上岗作业。辐射安全与防护考核承诺书见附件 6。建设单位应在本项目新增辐射工作人员上岗前为每人建立职业健康档案以及个人剂量监测档案，届时若有非本项目辐射工作人员的其他科室医生需参与治疗手术，同样要求其取得辐射安全与防护考核合格证明，建设单位并为其建立剂量监测档案以及职业健康档案。

1.3.7 产业政策符合性

本项目属于国家发展和改革委员会《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（2021 年修改，国家发展和改革委员会 2021 年令 49 号）中第十三项“医药”中第 5 条的“新型医用诊断设备和试剂、数字化医学影像设备，人工智能辅助医疗设备，高端放射治疗设备、电子内窥镜、手术机器人等高端外科设备，新型支架、假体等高端植入介入设备与材料及增材制造技术开发与应用，危重病用生命支持设备，移动与远程诊疗设备，新型基因、蛋白和细胞诊断设备”项目，属于国家鼓励类产业，其建设符合国家现行产业政策。

1.4 项目选址合理性、外环境关系及实践正当性分析

1.4.1 外环境关系分析

本项目 50m 范围均在院区内。本项目位于门急诊医技综合楼一楼。手术室北侧 0-50m 为门急诊医技综合楼；手术室西南墙外靠近院区内绿化及道路，距离院区绿化及道路最近 4m，西南侧 4m-15m 为院区道路及绿化，手术室西南侧 15m-38m 为住院楼（最高 17F），西南侧 38m-50m 为院区道路；东南侧 0-8m 为门急诊医技综合楼，东南侧 8m-38m 为院区道路，东南侧 38m-50m 为感染科（最高 1F）；东侧 0-25m 为门急诊医技综合楼，25m-41m 为院区道路，41m-50m 为停车场，西南侧 48m-50m 为发热门诊 CT 室。本项目 50m 范围区域见附图 2。

1.4.2 项目选址合理性分析

本项目位于夹江县人民医院门急诊医技综合楼一楼 DSA 手术室。项目所在门急诊医技综合楼已于 2018 年取得了乐山市环境保护局关于《夹江县卫生和计划生育局迁建县人民医院项目环境影响报告书》的审批意见（乐市环审〔2018〕20 号，见附件 5），因此项目选址合理性已进行了论述，本项目仅为整体项目的配套建设项目，不新增用地，项目水、电、气、通讯设施依托医院原有设施妥善解决，且建设的 DSA 室为专门的辐射工作场所，有良好的实体屏蔽设施和防护措施，对职业人员和周围公众的辐射影响满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和年有效剂量约束值的要求。本项目为医疗设备建设项目，与院区规划兼容，且建设的 DSA 手术室位于门急诊医技综合楼一楼为专门的辐射工作场所，有良好的实体屏蔽设施和防护措施，产生的辐射经屏蔽和防护后对周围环境影响较小，从辐射安全防护的角度分析，本项目选址是合理的。

1.4.3 与周边环境的兼容性分析

本项目营运期产生的废水主要包括医疗废水和医护人员、病患以及病人家属产生的生活污水。废水进入医疗污水处理站，经一级强化+消毒处理达到《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)中的预处理标准后排放至千佛大道截污干管，最终进入夹江县污水处理厂处理。故本项目运行后，不会对当地水质产生明显影响。

本项目 DSA 手术室投运后不会产生放射性固体废物，预计将产生有少量废造影剂的输液瓶（66kg/a）、废药棉（44kg/a）、废纱布（55kg/a）、废手套（62kg/a）等医疗废物。本项目 DSA 手术室手术过程中产生的医疗废物采用专门收集容器收集后，暂存于污物清洗打包间，在每日工作结束后转运到医院南侧污物暂存房，依托定期委托有资质单位外运处置（医院 2023 年医疗废物集中处置协议已签订，见附件 9）；产生的生活垃圾和办公垃圾依托医院已有的垃圾收集设施统一收集交由市政环卫清运。综上，本项目产生的固体废物经妥善处理对周围环境影响较小。

本项目 DSA 手术室的噪声主要来自通排风系统、空调等设备，以及进出医院的机动车辆产生的交通噪声及就诊病人及家属产生的人群活动噪声，声级较小，噪声影响不大，不会改变区域声环境功能区规划。

因此本项目的建设不会对周边产生新的环境污染，项目与周边环境兼容，符合环境保护要求。

1.5与本项目有关的原有污染情况及主要环境问题

1.5.1辐射安全许可证情况

目前，建设单位已取得乐山市生态环境局核发的《辐射安全许可证》，编号为“川环辐证[12099]”，种类和范围为“使用Ⅲ类射线装置”，有效期至：2026年10月17日。夹江县人民医院原有核技术利用项目详见表1-5。

表 1-5 夹江县人民医院原有核技术利用项目一览表

序号	射线装置名称及型号	数量	管电压(kV)	管电流(mA)	类别	工作场所名称	活动种类	环评情况	许可情况	备注
1	全身用 X 射线计算机体层摄影装置(北京航卫通用电气医疗有限公司 Revolution Ace)	1	140	600	Ⅲ	放射科 CT 室一	使用	已环评	已许可	/
2	全身用 X 射线计算机体层摄影装置(北京航卫通用电气医疗有限公司 Optima CT540)	1	140	300	Ⅲ	放射科 CT 室二	使用	已环评	已许可	/
3	全身用 X 射线计算机体层摄影装置(东软医疗系统股份有限公司 NeuViz ACE SP)	1	140	320	Ⅲ	发热门诊 CT 室	使用	已环评	已许可	/
4	医用诊断数字化 X 射线系统(北京通用电气华伦医疗设备有限公司 Optima XR646 HD)	1	150	1000	Ⅲ	放射科 DR 室一	使用	已环评	已许可	/
5	医用诊断数字化 X 射线系统(北京通用电气华伦医疗设备有限公司 Brivo XR575)	1	150	630	Ⅲ	放射科 DR 室二	使用	已环评	已许可	/
6	移动式C臂X光机(北京通用电气华伦医疗设备有限公司Brivo OEC715)	1	110	16	Ⅲ	第三、第四手术室	使用	已环评	已许可	/
7	口腔(牙科)X射线装置(南昌泛泰FT-H)	1	70	7	Ⅲ	口腔科牙片室	使用	已环评	已许可	/
8	口腔颌面锥形束计算机体层摄影设备(Instrumentarium Dental,PaloDEx Group 0y OP300-1)	1	90	14	Ⅲ	口腔科 CBCT 室	使用	已环评	已许可	/

1.5.2辐射工作人员情况

夹江县人民医院目前已有登记在册的辐射工作人员10名，均已建立职业健康档案以及个人剂量监测档案（委托四川世阳卫生技术有限公司检测），职业健康体检结果表明各辐射工作人员均可继续原放射工作。各辐射工作人员连续四季度的剂量检测未有超过辐射工作人员年剂量5mSv约束限值或季度剂量1.25mSv的调查水平值的情况。

1.5.3 辐射工作人员辐射持证上岗情况

建设单位登记共有10名辐射工作人员。根据生态环境部2021年第9号公告，针对原有仅从事Ⅲ类射线装置使用工作的未持证辐射工作人员，医院已组织人员集中学习相关课件与视频课程，并从国家核技术利用辐射安全与防护培训平台题库中抽取对应科目考题编写试卷，组织未持证人员进行闭卷考核，考核结果存档。

参与本项目DSA介入诊断与治疗的辐射工作人员，仍须通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台或者微信小程序“HJSLY”报名并参加定期组织的考核（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>），取得合格成绩单后方允许上岗。

1.5.4 医院辐射安全管理情况

依据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第十二条“生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当对本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年1月31日前向发证机关提交上一年的评估报告。”夹江县人民医院按时向发证机关提交了《2021年度四川省核技术利用单位放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》（已按时登录全国核技术利用辐射安全申报系统<http://rr.mee.gov.cn/rsmsreq/login.jsp>在单位信息维护界面完成了年度报告上传工作）。

现医院辐射安全管理情况如下：

- （1）现单位名称、地址，法人代表未发生改变；
- （2）辐射安全许可证所许可的活动种类和范围增加；
- （3）放射防护与设施运行、辐射安全和防护制度及措施的建立和落实、辐射应急处理措施均满足相应规定要求；

（4）医院自从事放射诊断工作以来，严格按照国家法律法规进行管理，没有发生过辐射安全事故。

1.5.5 医院辐射场所环境监测

根据医院2021年度例行委托有资质单位进行的场所防护检测和性能检测的监测报告可知，各辐射场所外辐射控制水平符合国家标准的剂量率要求，机器均符合仪器相关质控评价标准。

1.6 环境影响评价信息公开

为进一步保障公众对环境保护的参与权、知情权和监督权，加强环境影响评价工作的公开、透明，方便公民、法人和其他组织获取生态环境部主管部门环境影响评价信息，加大环境影响评价公开力度。依据原国家环境保护部颁布的《建设项目环境影响评价政府信息公开指南》（试行）的规定：医院在向环境主管部门提交建设项目环境影响评价报告书、表以前，应依法、主动公开建设项目环境影响评价报告书、表的全本信息。

表 2 放射源

序号	核素名称	总活度 (Bq) / 活度 (Bq) ×枚数	类别	活动种类	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：放射源包括放射性中子源，对其要说明是何种核素以及产生的中子流强度（n/s）。

表 3 非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年最大操作量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）。

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速 粒子	最大能量 (MeV)	额定电流 (mA) / 剂量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(二) X 射线机：包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	DSA	II	1	INFX-9000C	125	1000	放射诊断/介入治疗	DSA 手术室	本次新建

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大靶电流 (μ A)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧及氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	/	不暂存	经过排风系统最终进入大气，常温常态常压的空气中臭氧分解半衰期为 20~30 分钟，可自动分解为氧气
医疗废物	固态	/	/	药棉（约 3.6kg/m）、纱布（约 4.6kg/m）、手套（约 5.2kg/m）、含有废弃造影剂的输液瓶（约 5.5kg/m）	药棉（约 44kg/a）、纱布（约 55kg/a）、手套（约 62kg/a）、含有废弃造影剂的输液瓶（约 66kg/a）	/	暂存在 DSA 手术室西南侧的污物清洗打包间	采用专用容器集中收集后按照医疗废物执行转移联单制度，委托当地有资质的单位定期处置
生活垃圾	固态	/	/	少量	少量	/	不暂存	由医院进行统一集中收集后由当地环卫部门统一清运
医疗废水和生活污水	液态	/	/	/	合计 183t/a	/	/	依托院区污水处理站处理

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/l，固体为 mg/kg，气态为 mg/m³，年排放总量用 kg。

2.含有放射性的废弃物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度(Bq/l 或 Bq/kg 或 Bq/m³)和活度（Bq）。

表 6 评价依据

法规 档	<p>1) 《中华人民共和国环境保护法》（2014年修订本），中华人民共和国2014年主席令第9号，自2015年1月1日起施行；</p> <p>2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018年修正本），中华人民共和国2018年主席令第24号，自2018年12月29日起施行；</p> <p>3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，中华人民共和国2003年主席令第6号，自2003年10月1日起施行；</p> <p>4) 《国家危险废物名录》（2021年版），中华人民共和国生态环境部部令第15号，自2021年1月1日起施行；</p> <p>5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019年修正本），中华人民共和国2019年国务院令第709号，自2019年3月2日起施行；</p> <p>6) 《建设项目环境保护管理条例》（2017年修正本），中华人民共和国2017年国务院令第682号，自2017年10月1日起施行；</p> <p>7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021年修正本），中华人民共和国生态环境部部令第20号修正，自2021年1月4日起施行；</p> <p>8) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》，中华人民共和国生态环境部部令第16号，自2021年1月1日起施行；</p> <p>9) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，中华人民共和国原环境保护部令第18号公布，自2011年5月1日起施行；</p> <p>10) 《射线装置分类》，中华人民共和国环境保护部和国家卫生和计划生育委员会2017年公告第66号，自2017年12月5日起施行；</p> <p>11) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》，中华人民共和国原国家环保总局环发〔2006〕145号，自2006年9月26日起施行；</p> <p>12) 《建设项目环境影响评价政府信息公开指南（试行）》（2014年版），中华人民共和国环境保护部环办〔2013〕103号，2014年1月1日试行；</p> <p>13) 《环境保护部辐射安全与防护监督检查技术程序（第三版）》（2012年版），2012年3月发布实施；</p> <p>14) 《核技术利用辐射安全和防护监督检查大纲》生态环境部（国家核安全局）</p>
---------	---

	<p>2017年9月26日发布；</p> <p>15)《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲》(2016年版),川环函〔2016〕1400号,2016年9月22日实施；</p> <p>16)《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》(2020年版),生态环境部公告2019年第57号,2019年12月24日印发,2020年1月1日起施行；</p> <p>17)《关于进一步优化辐射安全考核的公告》(2021年版),生态环境部公告2021年第9号,2021年3月12日印发,2021年3月15日起实施；</p> <p>18)《关于启用环境影响评价信用平台的公告》(2019年版),中华人民共和国生态环境部公告2019年第39号,自2019年11月1日起施行；</p> <p>19)《建设项目环境影响报告书(表)编制监督管理办法》(2019年版),中华人民共和国生态环境部部令第9号,自2019年11月1日起施行；</p> <p>20)关于发布《建设项目环境影响报告书(表)编制监督管理办法》配套档的公告,中华人民共和国生态环境部2019年公告第38号,自2019年11月1日起施行；</p> <p>21)《四川省辐射污染防治条例》,四川省第二届人民代表大会常务委员会公告第63号,2016年6月1日实施。</p>
<p>技术标准</p>	<p>1)《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ 2.1-2016)；</p> <p>2)《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》(HJ 10.1-2016)；</p> <p>3)《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)；</p> <p>4)《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)；</p> <p>5)《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)；</p> <p>6)《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)；</p> <p>7)《职业性外照射个人监测规范》(GBZ 128-2019)；</p> <p>8)《用于光子外照射放射防护的剂量转换系数》(GBZ/T 144-2002)；</p> <p>9)《职业性外照射急性放射病诊断》(GBZ 104-2017)。</p>
<p>其他</p>	<p>参考资料：</p> <p>1)《辐射防护手册》第一、三分册,李德平、潘自强主编；</p>

- 2) 《实用辐射安全手册》（第二版）（丛慧玲，北京：原子能出版社）；
- 3) 《正确使用数字减影血管造影机减少介入手术中的辐射剂量》（中国医学装备，2012，June Vol.9 NO.6）；
- 4) 《五种介入程序中职业人员手部受照剂量水平的评估》（中华放射医学与防护杂志，2019年4月底39卷第4期）；
- 5) 中华人民共和国生态环境部《2021年全国辐射环境质量报告》；
- 6) NCRP REPORT No. 147 《Structural Shielding Design for Medical X-Ray Imaging Facilities》；
- 7) 《放射医学中的辐射防护》（Radiation Protection in Medical Radiography, Mary Alice Statkiewicz Sherer, 6th Edition. Mosby, 032010）
- 8) NCRP REPORT No. 33 《Structural Shielding Design for Medical X-Ray Imaging Facilities》

表 7 保护目标与评价标准

评价范围				
<p>本项目为使用II类射线装置项目，根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）中“放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外50m的范围”相关规定，确定本项目评价范围为DSA手术室墙体边界外50m区域，具体50m范围区域见附图2。</p>				
保护目标				
<p>本项目DSA手术室拟建址周围50m范围内环境保护目标为：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.本项目手术室内数字减影血管造影机（DSA）操作及相关的辐射工作人员； 2.本项目所在门急诊医技综合楼内医患人员，陪同家属及院内公众；院区道路、感染科公众、东侧停车场公众、发热门诊CT公众、第一住院楼内公众。 <p>本项目的�主要环境影响因素为电离辐射。根据本项目评价范围、医院辐射工作场所布局、总平面布置及外环境特征，本项目50m内环境保护目标见表7-1所示。</p>				
表7-1本项目环境保护目标情况一览表				
门急诊医技综合楼一楼的DSA手术室				
名称及保护对象	类型	方位与最近距离	规模	剂量约束值 (mSv/a)
DSA手术室及辅房	辐射工作人员	手术室内或毗邻	8名辐射工作人员	5.0
DSA手术室楼下（污洗间）	院区公众	楼下 毗邻	预计10人/天	0.1
DSA手术室楼上（五官科病房及走道）	院区公众	楼上 毗邻	预计100人/天	0.1
院区道路	院区公众	西南侧 最近4m	预计100人/天	0.1
感染科	院区公众	东南侧 最近38m	预计20人/天	0.1
东侧停车场	院区公众	东南侧 最近41m	预计50人/天	0.1
发热门诊CT	院区公众	西南侧 最近48m	预计10人/天	0.1
第一住院楼	院区公众	西南侧 最近15m	预计50m范围内 500人/天	0.1

评价标准

1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

表 7-2 工作人员职业照射和公众照射剂量限值

	剂量限值
职业照射 剂量限值	应对任何工作人员的职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值： ①由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量，20mSv ②任何一年中的有效剂量，50mSv ③四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv ④眼晶体的年当量剂量：150mSv
公众照射 剂量限值	实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值： ①年有效剂量，1mSv； ②特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv。

本项目管理目标

医院综合考虑《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020），结合开展诊疗项目后预计收治病人量，从而确定本项目的管理目标：辐射工作人员年有效剂量按上述国家标准中规定的照射剂量限值的1/4执行：辐射工作人员年剂量约束值不超过**5mSv**；四肢（手和足）或皮肤的年剂量约束值为**125mSv**；眼晶体的年约束剂量为**37.5mSv**；公众年剂量约束值按照上述国家标准的1/10执行，即不超过**0.1mSv**。根据《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》（川环函[2016]1400号）要求，使用数字减影血管造影机（DSA）射线装置，应加强医护人员个人剂量的监督检查，对每季度检测数据超过**1.25mSv**的，医院要求进一步调查明确原因，并由当事人在情况调查报告上签字确认。当全年个人剂量超过**5mSv**时，医院需进行超标原因调查，并最终形成正式调查报告，经本人签字确认后上报发证机关。

- **辐射场所剂量率控制水平：**

DSA手术室周围30cm处的周围剂量当量率不超过**2.5μSv/h**。

- **辐射剂量控制水平：**

辐射工作人员年剂量约束值不超过**5mSv**

辐射工作人员四肢（手和足）或皮肤年当量剂量约束值为**125mSv**

辐射工作人员眼晶体的年当量剂量为**37.5mSv**

辐射工作人员单季度剂量约束值为**1.25mSv**

公众年剂量约束值不超过**0.1mSv**

2) 《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）

6.1.5 除床旁摄影设备、便携式 X 射线设备和车载式诊断 X 射线设备外，对新建、改建和扩建项目和技术改造、技术引进项目的 X 射线设备机房，其最小有效面积、最小单边长度要求见表 7-3。

表 7-3 不同类型 X 射线设备机房的使用面积及单边长度要求

机房类型	机房内最小有效使用面积 m ²	机房内最小单边长度 m
单管头 X 射线机	20	3.5

6.2.2 X 射线设备机房屏蔽防护应满足如下要求：

a) 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护应不小于表 7-4 要求。

表 7-4 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求

机房类型	有用线束方向铅当量 mm	非有用线束方向铅当量 mm
C 形臂 X 射线设备机房	2	2

6.3.1 机房辐射屏蔽防护，应满足下列要求：

a)具有透视功能的 X 射线机在透视条件下检测时，周围剂量当量率控制目标值应不大于 2.5μSv/h；测量时，X 射线机连续出束时间应大于仪器响应时间。

6.4 X 射线设备工作场所防护

6.4.1 机房应设有观察窗或摄像监控装置，其设置的位置应便于观察到患者和受检者状态。

6.4.2 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。

6.4.3 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。

6.4.4 机房门外应有电离辐射警告标志；机房门上方应有醒目的工作状态指示灯，灯箱上应设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句；候诊区应设置放射防护注意事项告知栏。

6.4.5 平开机房门应有自动闭门装置；推拉式机房门应设有曝光时关闭机房门的管理措施；工作状态指示灯能与机房门有效关联。

6.4.6 电动推拉门宜设置防夹装置。

6.4.7 受检者不应在机房内候诊；非特殊情况，检查过程中陪检者不应滞留在机房内。

6.4.10 机房出入门宜处于散射辐射相对低的位置。

6.5 X 射线设备工作场所防护用品及防护设施配置要求

6.5.1 每台 X 射线设备根据工作内容，现场应配备不少于表 4 基本种类要求的工作人员、受检者防护用品与辅助防护设施，其数量应满足开展工作需要，对陪检者应至少配备铅橡胶防护衣。

6.5.3 除介入防护手套外，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.25mmPb；介入防护手套铅当量应不小于 0.025mmPb；甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于 0.5mmPb；移动铅防护屏风铅当量应不小于 2mmPb。

6.5.4 应为儿童的 X 射线检查配备保护相应组织和器官的防护用品，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.5mmPb。

6.5.5 个人防护用品不使用时，应妥善存放，不应折叠放置，以防止断裂。

7.1 一般要求

7.1.1 放射工作人员应熟练掌握业务技术，接受放射防护和有关法律知识的培训，满足放射工作人员岗位要求。

7.1.2 根据不同检查类型和需要，选择使用合适的设备、照射条件、照射野以及相应的防护用品。

7.1.3 合理选择各种操作参数，在确保达到预期诊断目标条件下，使受检者所受到的照射剂量最低。

7.1.4 如设备具有儿童检查模式可选项时，对儿童实施检查时应使用该模式；如无儿童检查模式，应适当调整照射参数（如管电压、管电流、照射时间等），并严格限制照射野。

7.1.5 X 射线设备曝光时，应关闭与 DSA 手术室相通的门、窗。

7.1.6 放射工作人员应按 GBZ128 的要求接受个人剂量监测。

7.1.7 在进行病例示教时，不应随意增加曝光时间和曝光次数。

7.1.8 不应使用加大摄影曝光条件的方法，提高过期胶片的显影效果。

7.1.9 工作人员应在有屏蔽的防护设施内进行曝光操作，并应通过观察窗等密切观察受检者状态。

7.2 透视检查用 X 射线设备操作的防护安全要求

7.2.1 应尽量避免使用普通荧光透视检查，使用中应避免卧位透视，采用普通荧光屏透视的工作人员在透视前应做好充分的暗适应。

7.2.2 进行消化道造影检查时，应严格控制照射条件和避免重复照射，对工作人员、受检者都应采用有效的防护措施。

7.2.3 借助 X 射线透视进行骨科整复、取异物等诊疗活动时，不应连续曝光，并应尽可能缩短累积曝光时间。

7.3 摄影检查用 X 射线设备操作的防护安全要求

7.3.1 应根据使用的不同 X 射线管电压更换附加滤过板。

7.3.2 应严格按所需的投照部位调节照射野，使有用线束限制在临床实际需要的范围内并与成像器件相匹配。

7.3.3 应合理选择胶片以及胶片与增感屏的组合，并重视暗室操作技术的质量控制。

7.8 介入放射学和近台同室操作（非普通荧光屏透视）用 X 射线设备操作的防护安全要求。

7.8.1 介入放射学、近台同室操作（非普通荧光屏透视）用 X 射线设备应满足其相应设备的防护安全操作要求。

7.8.2 介入放射学用 X 射线设备应具有记录受检者剂量的装置，并尽可能将每次诊疗后受检者受照剂量记录在病历中，需要时，应能追溯到受检者的受照剂量。

7.8.3 除存在临床不可接受的情况外，图像采集时工作人员应尽量不在 DSA 手术室内停留；对受检者实施照射时，禁止与诊疗无关的其他人员在 DSA 手术室内停留。

7.8.4 穿着防护服进行介入放射学操作的工作人员，其个人剂量计佩戴要求应符合 GBZ128 的规定。

3.1 环境质量标准

- 1、大气环境执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准；
- 2、水环境执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中III类标准；
- 3、声环境执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 2 类标准。

3.2 污染物排放标准

- 1、废气：执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中的二级标准；
- 2、废水：进入污水处理厂前，执行《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）中预处理标准；
- 3、噪声：施工期噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）

标准，运行期噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中的 2 类标准；

4、固体废物：执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB18599-2020)和《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2001)(2013 年修订)中相关要求。

表 8 环境质量和辐射现状

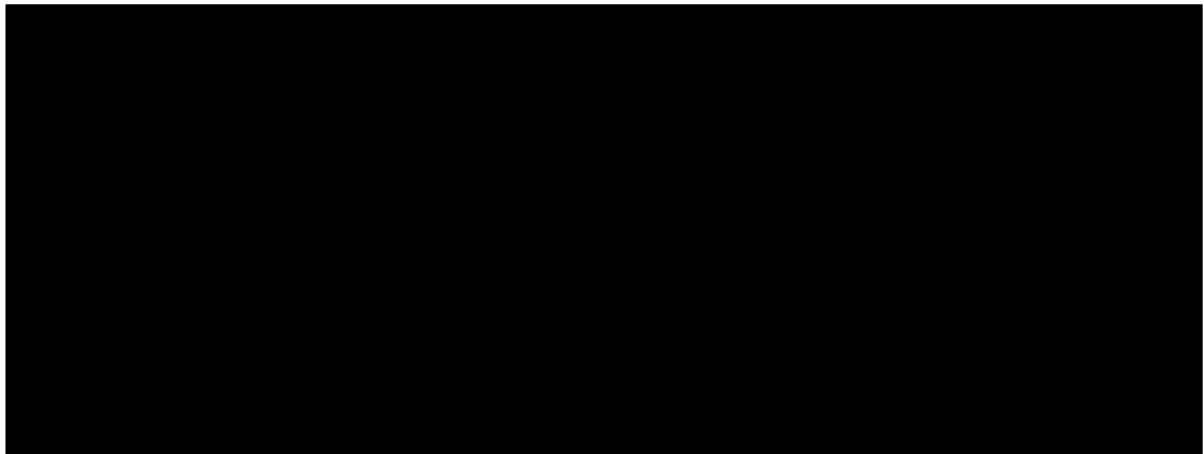
环境质量和辐射现状

1.项目地理和场所位置

本项目夹江县人民医院位于乐山市夹江县千佛大道二段 1 号门急诊医技综合楼（共 4 层，地上 3 层，地下 1 层）。医院东北侧为千佛大道，南侧隔公园绿化为瓷都大道，西南侧背靠青衣江，西北侧隔无名道路为锦泰棕榈银滩小区。夹江县人民医院本项目地理位置图附图 1。

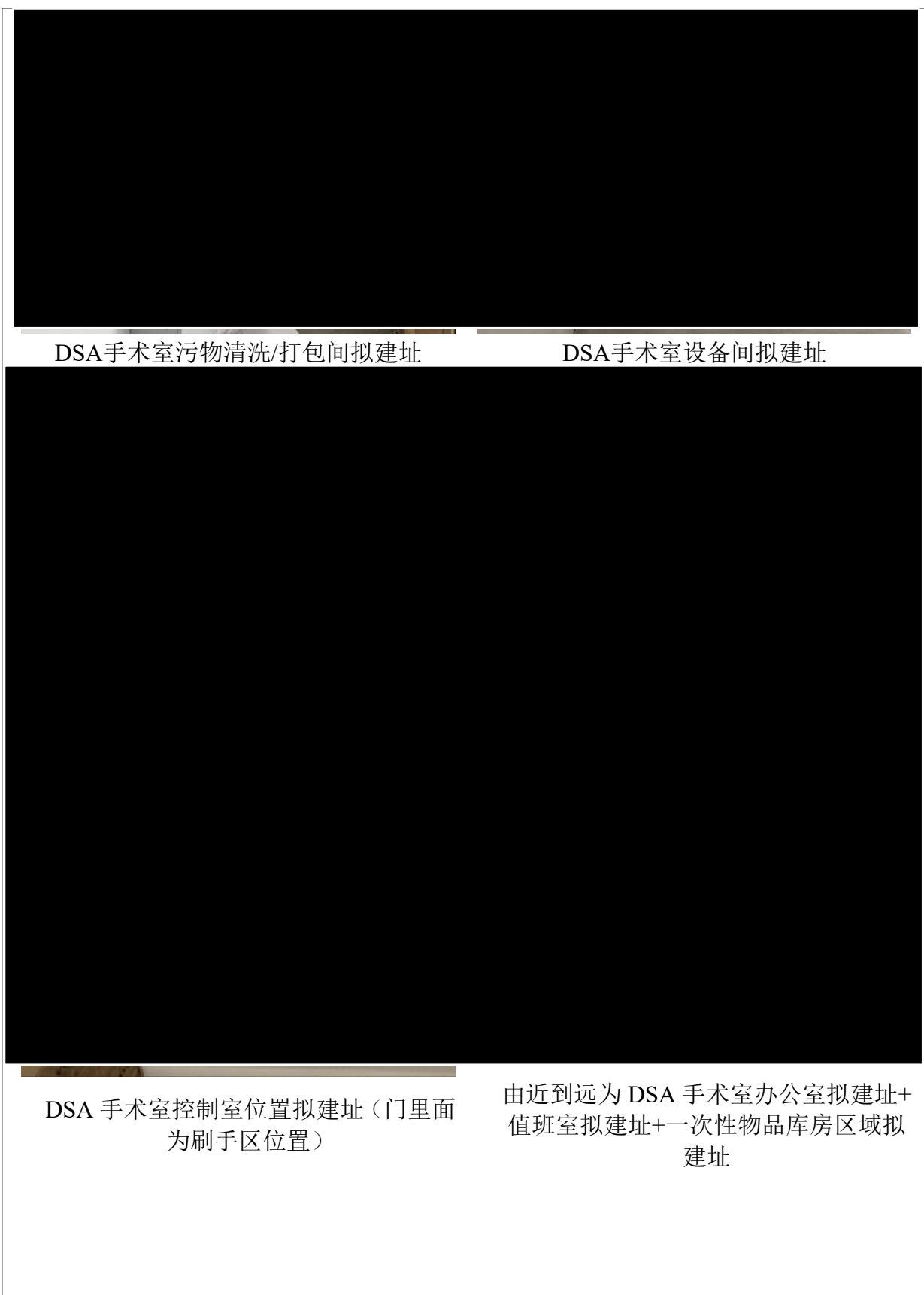
本项目辐射工作场所拟在主体建筑门急诊医技综合楼，西南侧通过连廊与第一住院大楼相连，东南侧隔院区道路为感染楼；西南侧隔院区道路为发热门诊 CT 室；东侧隔院区道路为停车场。夹江县人民医院平面布置图见附图 2。

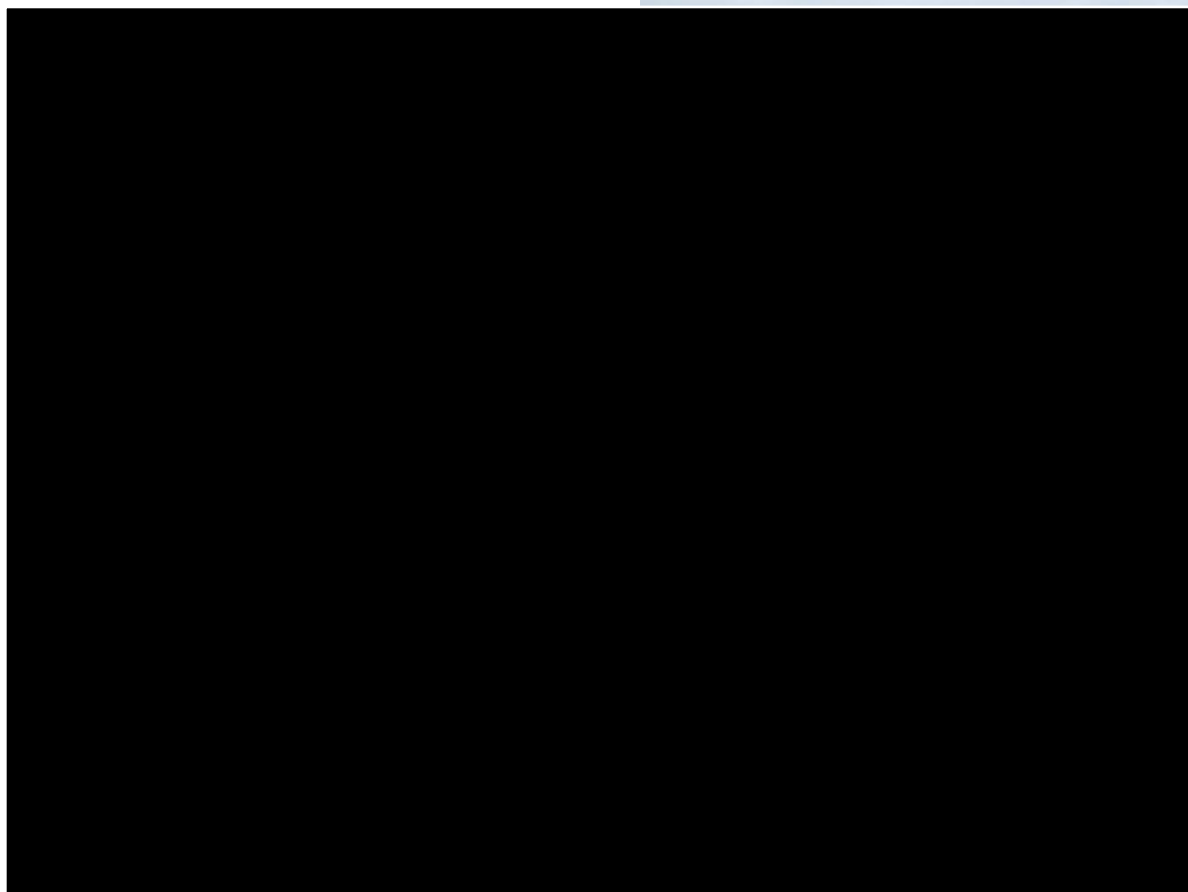
本项目 DSA 手术室拟建于门急诊医技综合楼一楼。手术室北侧为通道（放射科走廊）；北侧由西往东依次为换床缓冲、刷手区、值班室和办公室；东南侧为控制室；西南侧由西往东依次为设备间、污物清洗打包、无菌物品库房和一次性物品库房；楼下为污洗间；楼上为五官科病房、走廊。本项目所在楼层平面布置图见附图 3、本项目所在位置楼上（二层）平面布置图见附图 4、本项目所在位置楼下（负一层）平面布置图见附图 5、本项目 DSA 手术室平面布置图见附图 6。夹江县人民医院周围环境现状见图 8-1。



DSA手术室拟建址

DSA手术室拟建址北侧患者通道





DSA 手术室东南侧院区道路

DSA 手术室楼下污洗间

图8-1 本项目拟建址周围环境现状照片

2.环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

- 评价对象：本项目拟建址周围及内部辐射环境。
- 监测因子：本项目拟建址周围及内部环境 X- γ 辐射剂量率。
- 监测点位：在 DSA 手术室拟建址内部和周围以及敏感点均匀布置监测点位，共计 15 个监测点位。每个点位监测 10 次。
- 布点原则：原则上在屏蔽体周围紧邻的房间内距离屏蔽体表面 30m 处距离处以及机头拟设置位置进行布点，六面墙取距离机头拟设置位置最近的方位进行布点。在建筑物内测量，考虑建筑物的类型与层次，在室内中央距地面 1m 高度处进行。另在保护目标处设置监测点位。

3.监测方案、质量保证措施

- 监测方案：根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）及《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）测量本项目拟建址周围环境 X- γ 辐射剂量率。
- 质量保证措施：委托的检测单位已通过 CMA 计量认证，具备相应的检测资质和

检测能力；检测单位制定有质量管理体系文件，实施全过程质量控制；检测单位所用监测仪器均经过计量部门检定并在检定有效期内，使用前后进行校准或检查，定期参加权威机构组织的仪器比对活动；实施全过程质量控制，全程实验数据及监测记录等均进行存档；检测人员持证上岗规范操作；检测报告实行多级审核。

4.监测结果与环境现状调查结果评价

监测单位：四川省永坤环境监测有限公司（已在监测系统注册）

四川省生态环境监测业务系统单位资质编号：[REDACTED]

四川省生态环境监测业务系统项目编号：[REDACTED]

四川省永坤环境监测有限公司质量管理体系：

（1）计量认证

四川省永坤环境监测有限公司于 2018 年 1 月通过了原四川省质量技术监督局的计量认证，证书编号为：[REDACTED] 有效期至 2024 年 1 月 28 日，在有效期内。

（2）仪器设备管理

①管理与标准化；②计量器具的标准化；③计量器具、仪器设备的检定。

（3）记录与报告

①数据记录制度；②报告质量控制。监测人员均经具有相应资质的部门培训，考核合格持证上岗。

表8-1监测仪器及监测环境

监测项目	监测设备			使用环境
	名称及编号	测量范围	检定/校准情况	
环境 X-γ辐射剂量率	RJ32-3602 型分体式多功能辐射剂量率仪 编号：YKJC/YQ-40	1nGy/h~1.2mGy/h 20keV~3.0MeV	检定/校准单位： 中国测试技术研究院 证书编号： 202210005087 检定/校准有效期： 2022.10.24~2023.10.23 校准因子：1.06（使用 137Cs 校准源）	天气：阴 温度： 8.7°C 湿度： 61.5%

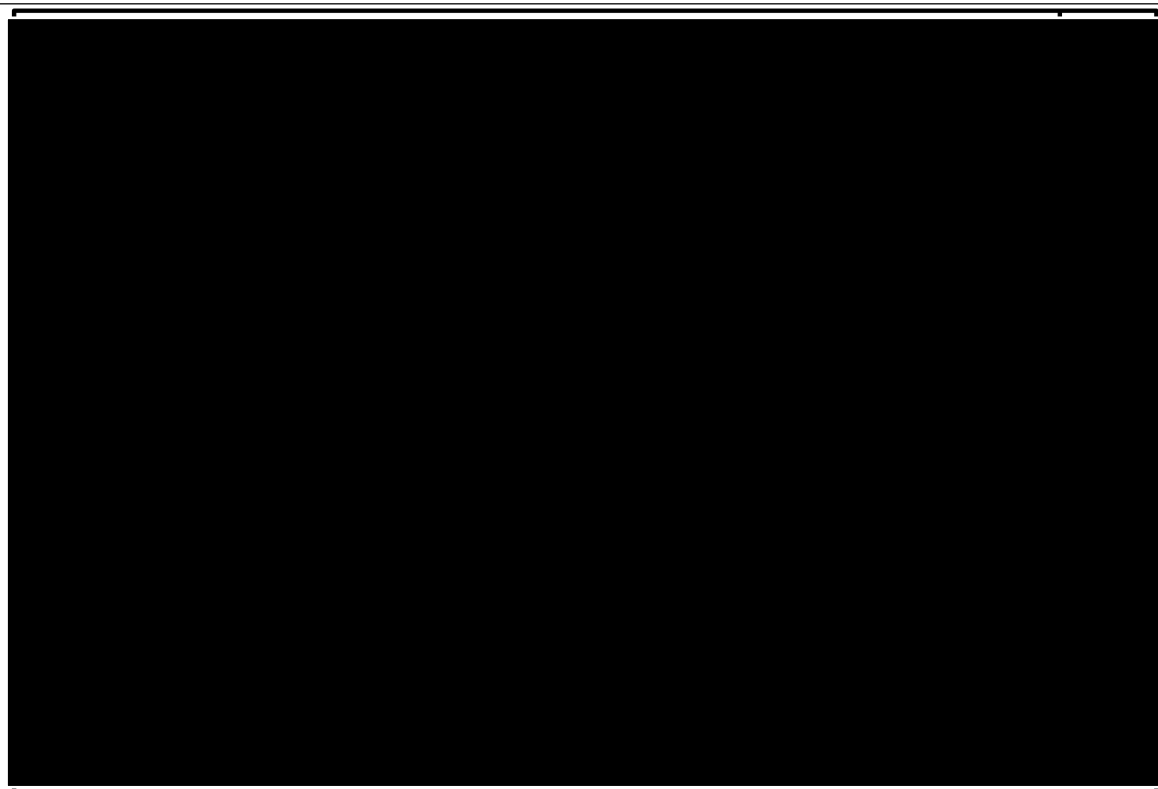
监测结果：本项目 DSA 手术室拟建址周围环境 X-γ辐射剂量率监测结果见表 8-2，监测点位见图 8-2（报告见附件 10）。

表 8-2 本项目 DSA 手术室拟建址周围环境 X-γ辐射剂量率监测结果 单位：nGy/h

点 位	监测位置	环境 X-γ辐射剂量率		备注
		测量值	标准差	
新增数字减影血管造影机（DSA）项目拟建址及周边区域				
1	门急诊医技综合楼一楼 DSA 手术室西南侧控制室	76	2.7	无
2	门急诊医技综合楼一楼 DSA 手术室东南侧过道	79	2.2	
3	门急诊医技综合楼一楼 DSA 手术室东南侧设备间	80	2.4	
4	门急诊医技综合楼一楼 DSA 手术室东北侧手术准备间	74	3.3	
5	门急诊医技综合楼一楼 DSA 手术室东北侧手术缓冲间	85	2.0	
6	门急诊医技综合楼一楼 DSA 手术室北侧放射科走廊	76	2.5	
7	门急诊医技综合楼一楼 DSA 手术室西北侧 MRI 机房	70	2.6	
8	门急诊医技综合楼一楼 DSA 手术室内	83	3.5	
9	门急诊医技综合楼一楼 DSA 手术室楼上五官科走道	77	2.0	
10	门急诊医技综合楼一楼 DSA 手术室楼下污洗间	81	2.9	
50m 范围				
11	门急诊医技综合楼东侧停车场	89	2.4	无
12	门急诊医技综合楼东南侧感染科	86	2.2	
13	门急诊医技综合楼东南侧发热门诊 CT 室	85	3.1	
14	门急诊医技综合楼西南侧住院楼	82	2.1	
15	门急诊医技综合楼西北侧门急诊医技综合楼与住院楼连廊	84	3.6	

注：以上监测结果均未扣除监测仪器宇宙射线响应值

附图 1：DSA 手术室拟建址及周边区域监测布点示意图。



附图 2：项目 50m 范围内敏感点监测布点示意图。

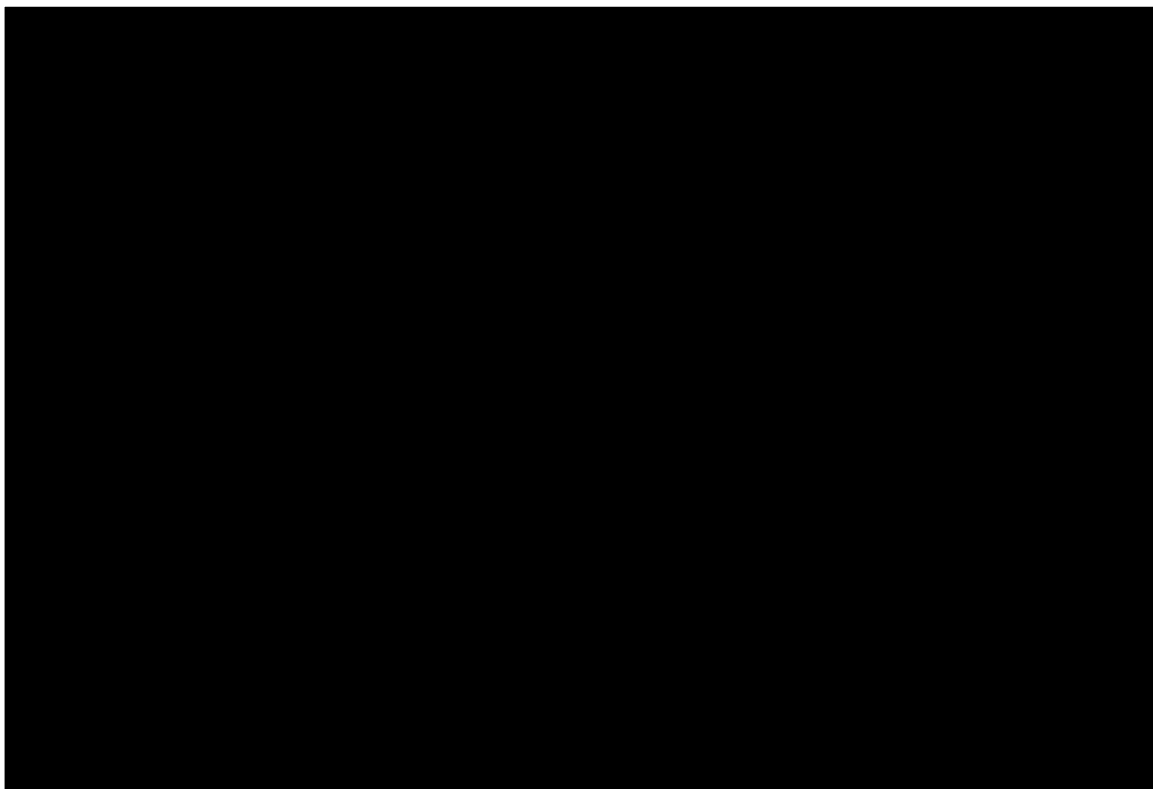


图8-2本项目DSA手术室拟建址周围环境X- γ 辐射剂量率监测点位
根据现场监测报告，测得夹江县人民医院新增数字减影血管造影机（DSA）项目拟

建场所周边环境 X- γ 辐射剂量率为 70nGy/h~89nGy/h，在中华人民共和国生态环境部《2021 年全国辐射环境质量报告》中全省环境 X- γ 空气吸收剂量率（70nGy/h~89nGy/h）范围内，属于当地正常天然本底辐射水平。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

1.工程设备

数字减影血管造影机（DSA）辐射工作场所由 DSA 手术室、设备室、控制室、换床缓冲、刷手区、污物清洗/打包、男女更衣室、一次性物品库房、无菌物品库房、值班室、换鞋区、办公室构成，本项目 DSA 辐射工作场所布局见附图 6。本项目数字减影血管造影机（DSA）由 X 线发生装置（包括 X 线球管及其附件、高压发生器）、X 线控制器以及图像检测系统（包括光栅、影像增强管、光学系统、线束支架）、检查床、输出系统等部件组成。

2.工艺分析

2.1 施工期工作流程及产污环节分析

夹江县人民医院将门急诊医技综合楼原设计 DSA 业务用房及辅房进行改造，目前 DSA 手术室的屏蔽墙体已修建，需对手术室和辅房墙体进行部分拆除，因此本项目施工建设主要是对已有建筑物内部进行墙体改造、通风系统、防护工程、表面装修、射线装置安装和调试。因此本次评价对于施工期仅进行简要分析。

墙体改造：建设单位拟将 DSA 手术室东南侧墙体和西南侧部分墙体、缓冲与手术准备中间墙体和东北侧墙体西北侧墙体、设备间四周墙体、污物暂存四周墙体、库房四周墙体拆除后，在 DSA 手术室西南侧增设隔断为设备间和污物清洗/打包，将原设备间及库房西北侧区域改造为 DSA 控制室和刷手区，将原库房位置改造为无菌物品存放库和一次性物品库房，将原污物暂存房间及东侧走道区域改造为刷手区、值班室一和值班室二，将原有应急物资间改造为换鞋和男更女更间，楼梯东侧加隔断墙增设一个办公室。

新增门窗：建设单位拟在东南侧墙上新增一扇电动防护门（医护通道防护门，规格：1400mm×2400mm）和一扇平开防护门（控制室防护门，规格：1000mm×2200mm），在西南侧墙新增一扇平开防护门（污物通道防护门，规格：1000mm×2200mm）均为 4mm 铅当量。在东南侧墙上安装两扇观察窗（规格：1500mm×2000mm、1500mm×1500mm），原有观察窗使用 370mm 实心砖进行封堵，两扇窗均离地 900mm。

通风系统：本项目手术室为洁净手术室，手术室区域新风位于吊顶东侧，排风位于吊顶西南侧，设计排风量为 1000m³/h，能够确保手术室每小时通风次数达到 4 次。

手术室区域废气通过排风机引至室外排放（排口高度距地 4.3m）。手术室上方及四周风管设置不会破坏屏蔽体，对于水平穿墙风管采取内外加 3mm 铅当量的屏蔽措施进行补偿。

施工期环境影响示意图见图9-1。

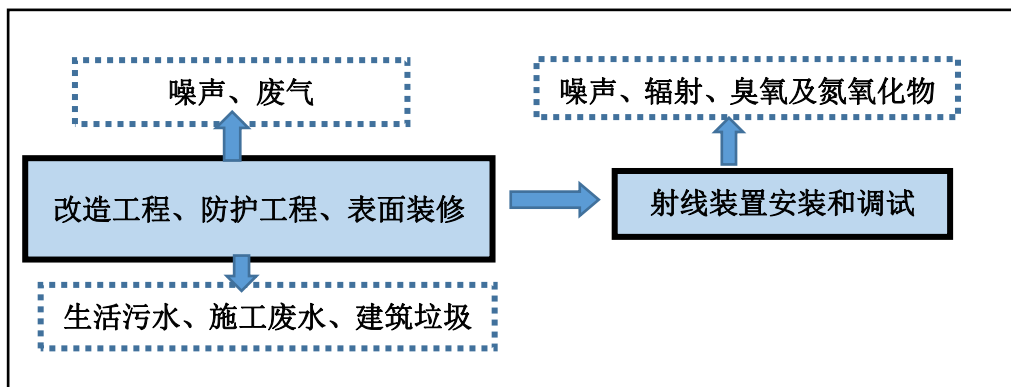


图9-1本项目数字减影血管造影机（DSA）施工期环境影响示意图

施工期间的主要污染因素有废气、建筑垃圾、噪声和废水，会对周围声环境质量产生一定影响。施工过程以施工机械噪声、装修和设备安装噪声为主。以上污染因素将随建设期的结束而消除。

射线装置安装和调试：本项目射线装置的安装调试阶段会产生X射线，可能造成一定的辐射影响，因此要求安装和调试均在辐射防护建设完成后进行。本项目射线装置运输、安装和调试均由设备厂家专业人员进行操作。在射线装置运输、安装、调试过程中，应加强辐射防护管理，在此过程中应保证各屏蔽体屏蔽到位，在运输设备和各防护门外设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近，人员离开时，运输设备的车辆和DSA手术室上锁。在DSA手术室入口等处设置醒目的警示牌，工作结束后，确认各安全联锁装置正常后才能启用射线装置。设备安装完成后，医院方需及时回收包装材料及其他固体废物并作为一般固体废物进行处置，不得随意丢弃。

2.2 营运期工作流程及产污环节分析

2.2.1 数字减影血管造影机（DSA）工作原理

数字减影血管造影技术（Digital Subtraction Angiography，简称DSA）是常规血管造影术和电子计算机图像处理技术相结合的产物。DSA的成像基本原理为：将受检部位没有注入透明的造影剂和注入透明的造影剂（含有有机化合物，在X射线照射下会显影）后的血管造影X射线荧光图像，分别经影像增强器增益后，再用高分辨率的电视摄像管扫描，将图像分割成许多的小方格，做成矩阵化，形成由小方格中的像素所

组成的视频图像，经对数增幅和模/数转换为不同数值的数字，形成数字图像并分别存储起来，然后输入电子计算机处理并将两幅图像的数字信息相减，获得的不同数值的差值信号，再经对比度增强和数/模转换成普通的模拟信号，获得了去除骨骼、肌肉和其他软组织，只留下单纯血管影像的减影图像，通过显示器显示出来。通过DSA处理的图像，可以看到含有造影剂的血液流动顺序以及血管充盈情况，从而了解血管的生理和解剖的变化，并以造影剂排出的路径及快慢推断有无异常通道和血液动力学的改变，因此进行介入手术时更为安全。数字X线系统原理图见图9-2。

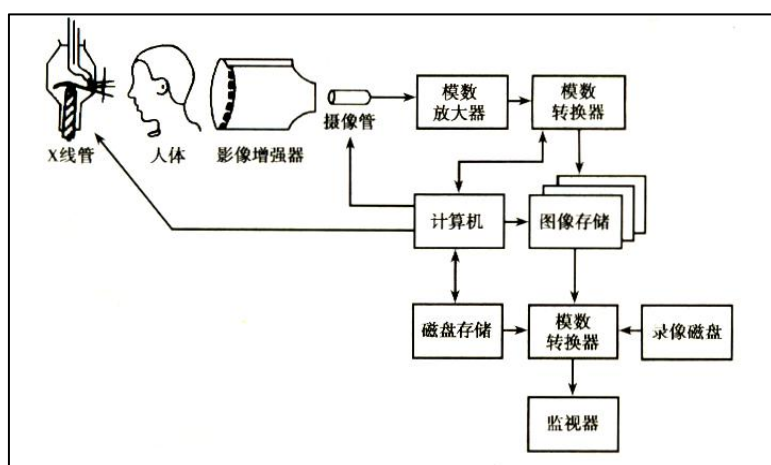


图 9-2 数字 X 线系统原理图

2.2.2 数字减影血管造影机（DSA）结构

DSA 因其整体结构像大写的“C”，因此也称作 C 型臂 X 光机。DSA 成像系统按功能和结构划分，主要由五部分构成：X 线发生系统、影像检测和显示系统、影像处理和系统控制部分、机架系统和导管床、影像存储和传输系统。

（1）X 线发射装置主要包括 X 线球管、高压发生器和 X 线遮光器。

介入治疗需要连续发射 X 射线，要求有较高的球管热容量和发射率，因此 DSA 必须具有阳极热容量在 1MHU 以上、具有大小焦点的 X 线球管。此外，还需具有一个能产生高千伏、短脉冲和恒定输出的高压发生器、X 线遮光器用来限制 X 线照射视野，避免患者接受不必要的辐射。

（2）影像检测和显示系统，用于将 X 线信息影像转换成可见影像。

目前数字成像系统：平板探测器。平板探测器分为间接转换平板探测器和直接转换平板探测器。间接转换平板探测器由碘化铯等闪烁体晶体涂层与非晶硅薄膜晶体管 TFT 构成。间接转换平板探测器的工作过程一般分为两步：闪烁晶体涂层将 X 射线的能量转换为可见光，其次非晶体硅 TFT 将可见光转换为电信号。直接转换平板探

测器主要由非晶硒 TFT 构成：入射的 X 射线使硒层产生电子空穴对，在外加偏压电场作用下，电子和空穴向相反的方向移动形成电流，电流在薄膜晶体管中形成电信号。现代大型 DSA 设备普遍使用平板探测器，其转换环节少，减少了噪声，使 X 线光子信号的损失降到了最低限度，大大提高了光电转换效率。不但保证了优质的图像质量，而且降低了射线剂量。

（3）影像处理和系统控制。

DSA 影像被数字化后，则需进行各种算术逻辑运算，并对减影的图像进行各种后处理。计算机系统是 DSA 的关键部件，具有快速处理能力，主要对数字影像进行对数变换处理、时间滤波处理和对比度增强处理。

系统控制部分具有多种界面，用于协调 X 线机、机架、计算机处理器和外设联动等。

（4）机架系统和导管床机架有悬吊式和落地式两种，各有利弊，可根据工作特点和 DSA 手术室情况选择。导管检查床具有手术床和透视诊断床两种功能，多采用高强度、低衰减系统的碳纤维床面，减少对 X 线的散射。

（5）影像存储和传输系统（PACS），采用在线存储和近线存储两种存储方式，充分利用网络技术实现影像资料的共享，方便随时调阅，更加高效的交流和管理 DSA 影像信息。

3. 介入治疗

介入治疗是在医学影像设备的引导下，通过置入体内的各种导管（约1.5-2毫米粗）的体外操作和独特的处理方法，对体内病变进行治疗。介入治疗具有不开刀、创伤小、恢复快、效果好的特点。目前，基于数字血管造影系统指导的介入治疗医生已能把导管或其他器械，介入到人体几乎所有的血管分支和其他管腔结构（消化道、胆道、气管、鼻管、心脏等），以及某些特定部位，对许多疾病实施治疗。基于医院特色本项目运行后主要开展项目为心脏介入应用、神经介入应用、综合介入应用和肿瘤介入应用，主要涉及的病人为门诊和住院病人，以下以典型手术为例进行简要原理介绍。

心内科手术

心脏介入是一种新型诊断与治疗心血管疾病技术，经过穿刺体表血管，在数字减影的连续投照下，送入心脏导管，通过特定的心脏导管操作技术对心脏病进行确诊和治疗的诊治。它是目前较为先进的心脏病诊治方法，进展也非常迅速，它介于内科治

疗与外科手术治疗之间，是一种超微创的诊治技术。

神经内科手术

神经内科手术是指医生利用DSA透视功能，通过股动脉穿刺，导管放置于狭窄部位，根据狭窄血管不同可预先于狭窄动脉处的远端置入脑保护伞，然后将球囊放置狭窄部位扩张，之后支架植入狭窄动脉内，支撑狭窄部位，使血流畅通，改善脑组织供血。

4. 诊疗流程

本项目介入诊疗流程如下所示：

（1）病人候诊、准备、检查：由主管医生写介入诊疗申请单；介入接诊医师检查是否有介入诊疗的适应症，在排除禁忌症后完善术前检查和预约诊疗时间。

（2）向病人告知可能受到的辐射危害：介入主管医生向病人或其家属详细介绍介入诊疗的方法、途径、可能出现的并发症、可预期的效果、术中所用的介入材料及其费用等。

（3）设置参数，病人进入 DSA 手术室、摆位：根据不同手术及检查方案，设置 DSA 系统的相关技术参数，以及其他监护仪器的设定；引导病人进入 DSA 手术室并进行摆位。

（4）根据不同的治疗方案，医师、技师及护士密切配合，完成介入手术或检查；
产污：数字减影血管造影机（DSA）出束过程中将产生X射线；X射线电离空气产生臭氧和氮氧化物。

（5）治疗完毕关机：手术医师应及时书写手术记录，技师应及时处理图像、刻录光盘或照片，急症病人应尽快将胶片交给病人；对单纯接受介入造影检查的病人，手术医师应在 24 小时内将诊断报告写出由病人家属取回。

产污：手术过程中的耗材将转化为医疗废物。其中数字减影血管造影机（DSA）具体操作流程为：诊疗时，患者仰卧并进行无菌消毒，局部麻醉后，经皮穿刺，送入引导钢丝及扩张管与外鞘，退出钢丝及扩张管将外鞘保留于动脉内，经鞘插入导管，推送导管，在 X 线透视下将导管送达目标部位，进行介入诊断，留 X 线片记录，探查结束，撤出导管，穿刺部位止血包扎。在手术过程中，操作人员必须在床旁并在 X 线导视下进行。手术过程包含两种拍片和透视两种情况。

（本项目将检查/治疗统一按照介入手术的复杂情况进行保守评价）

数字减影血管造影机（DSA）在进行曝光时分两种情况：

第一种情况（拍片）：在门急诊医技综合楼的 DSA 手术室，技师采取隔室操作的方式（即技师在控制室内对病人进行曝光），医生通过铅玻璃观察窗观察 DSA 手术室内病人情况，并通过对讲系统与病人交流。

第二种情况（透视）：医生需要进行手术治疗时，为更清楚地了解病人情况时会有连续曝光，并采取连续脉冲透视，此时操作医师位于铅屏风或铅帘后身着铅服、戴铅眼镜等在 DSA 手术室内对病人进行直接的手术操作。

本项目数字减影血管造影机（DSA）工作流程及产污环节如图 9-3：

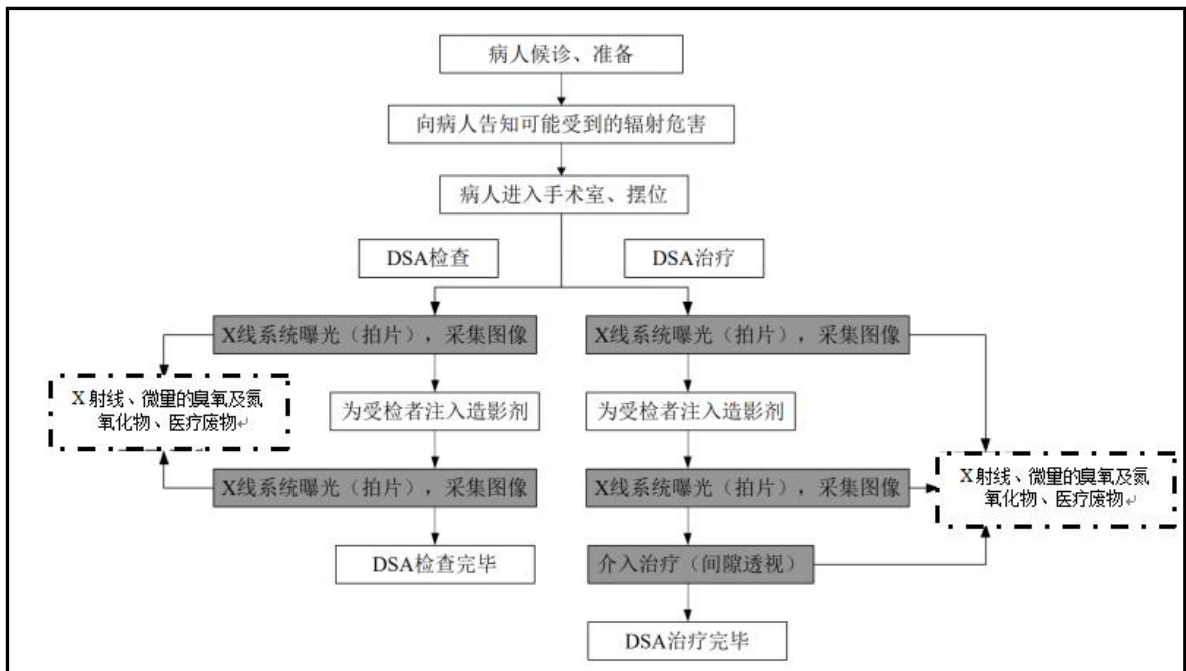


图 9-3 本项目数字减影血管造影机（DSA）工作流程及产污环节示意图

5.本项目DSA手术室人流物流规划

人流：

表9-1 本项目手术室人流路径一览表

门急诊医技综合楼DSA手术室	
医师	医师在确认过当日手术流程并与病人家属进行术前沟通后，通过急诊医技综合楼东北侧入口进入大楼或者从大楼中部电梯到一楼，经过放射科东北侧走廊，进入换鞋区再进入更衣室中更衣，经由洗手区通过防护门进入手术室；手术室结束后，医师从按原路线离开。
护师	每日手术前护师可通过门急诊医技综合楼中部电梯到一楼，经过放射科东北侧走廊，进入换鞋区再进入更衣室中更衣并进行术前准备工作，经由洗手区通过防护门进入手术室；手术结束后，按原路线离开。

技师	技师可通过门急诊医技综合楼东北侧入口进入大楼，经过放射科东北侧走廊，更衣后到达办公室，每日手术前通过刷手区进入控制室进行机器预热和调试；手术结束后，确认射线装置及配套设备关闭后从原路离开。
患者	手术开展前，护工带领病人经过门急诊医技综合楼一楼放射科走廊，通过换床缓冲区进入手术室；手术结束后，由护师和护工送回病区。

污物：

在手术结束、病人离开后，技师确认关机后通知清洁人员，清洁人员对医疗废物进行分类收集，不得与其他医疗废物和生活垃圾混堆混装，严格按照医疗废物收集要求，规范使用医疗废物收集袋封装后，清洁人员将所有医疗废物经 DSA 手术室西南侧防护门送到污洗打包间暂存并贴上标识，清洁人员放好后应检查污洗打包间内医疗废物标识、标签以及封口是否符合要求，在每日工作结束后将废物转运到医院南侧污物暂存房，医疗废物在转移过程中不得打开包装袋，如接收时发现破损，应立即重新包装、标识，在运送时应当防止造成包装物或容器损坏和医疗废物的流失、泄漏和扩散，并防止医疗废物直接接触身体。定期委托有资质单位外运处置。生活垃圾经院区垃圾收集房分类收集后交由市政环卫部门统一清运。

本项目DSA手术室人流物流示意图见附图7。

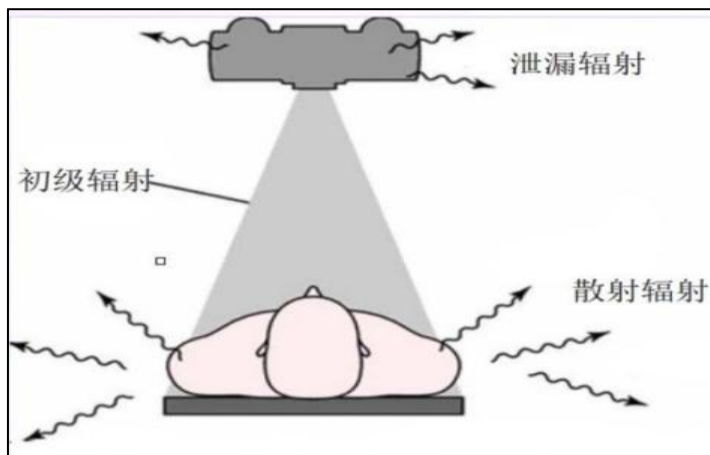
污染源项描述

1) 辐射污染源分析

由数字减影血管造影机（DSA）工作原理可知，DSA 只有在开机并处于出束状态时才会发出 X 射线。因此，DSA 在开机期间，X 射线是项目主要污染物。利用 X 射线束对病人进行诊断和手术的同时，射线装置产生的主射线、泄漏射线及散射射线也可能会穿透 DSA 手术室的屏蔽墙、观察窗、防护门等，对 DSA 手术室外的职业人员产生辐射影响。一次血管造影检查需要时间很短，因此血管造影检查的辐射影响较小；而介入手术则需要长时间的透视和大量的拍片，对病人和医务人员有一定的附加辐射剂量。

介入放射学主要辐射危害因素可分为两个类别：初级辐射和次级辐射。次级辐射为两项：散射辐射和泄漏辐射。初级辐射是从X射线管遮光器出射的，是在与受检者、床和影像接收器作用前的辐射，受检者及影像接收器对初级辐射有很大衰减。典型的入射到受检者体表剂量到mGy数量级，及到达影像接收器的剂量为μGy数量级。同时，根据IAEA官网在“Radiationprotectionofmedicalstaffininterventionalfluoroscopy”（介

入荧光透视领域医护人员的辐射防护)环节的介绍,入射到病人的射线只有1%~5%会穿出人体。散射辐射取决于受检者受照范围、初级辐射能量和受照角度。电子作用于靶向各方向发射X射线,泄漏辐射是从含有铅屏蔽防护的管套透射出的射



线。

图 9-4 本项目电离辐射污染源构成

2) 非辐射污染源分析

- 废气：II类射线装置在曝光过程中，产生的有害气体主要是室内空气在辐射作用下电离而生成的臭氧和氮氧化物，产生量较少。

- 废水：数字减影血管造影机（DSA）装置采用先进的实时成像系统，注入的造影剂不含放射性，废造影剂在瓶中，作为医废暂存。本项目运行后，废水主要为医疗废水和医护人员、病患以及病人家属产生的生活污水。

- 固体废物：本项目涉及的数字减影血管造影机（DSA）采用数字成像，它根据病人的需要打印胶片，打印出来的胶片由病人带走自行处理。本项目介入手术时会产生废药棉（约 44kg/a）、废纱布（约 55kg/a）、废手套（约 62kg/a）、废造影剂瓶（约 66kg/a）等医疗废物。

- 噪声：本项目 DSA 手术室的噪声主要来自通排风系统、空调等设备，以及进出医院的机动车辆产生的交通噪声及就诊病人及家属产生的人群活动噪声，声级较小，噪声影响不大。

表 10 辐射安全与防护

项目安全措施

1. 工作场所布局及分区

1.1 工作场所布局

本项目DSA手术室拟建于门急诊医技综合楼一楼，手术室北侧为通道（放射科走廊）；北侧由西往东依次为换床缓冲、刷手区、值班室和办公室；东南侧为控制室；西南侧由西往东依次为设备间、污物清洗/打包、无菌物品库房和一次性物品库房；楼下为污洗间；楼上为五官科病房、走廊。

1.2 布局合理性分析

（1）本项目由 DSA 手术室、换鞋区、男更衣间、女更衣间、换床缓冲区、刷手区、控制室、办公室、值班室、设备间、污物清洗/打包、一次性物品库房、无菌物品存放库房、组成。手术室配套设施完善且手术室有效使用面积达到 62.7m²，充分考虑了手术开展的空间需求和医生病人需求。DSA 手术室的平面布置图见附图 6。

（2）医院综合考虑项目特点和对周围环境可能存在的影响，拟将项目设置于门急诊医技综合楼一楼，DSA 手术室东南侧为一次性物品和无菌物品库房，方便获取手术用品；DSA 手术室西南侧为污物清洗/打包间，利于手术后医疗废物的转运，因此本项目手术需求均能在就近工作房间得到满足。负一楼为污洗间，二楼为五官科病房和走廊，三楼为手术室，楼上和楼下常驻人员较少，有效降低了公众受照的可能性，且通过专门设置屏蔽体后，射线对人体伤害较小；且用于运输病人的整个通道宽敞且路径较短，有利于快速运输急救病人。

（3）本项目 DSA 手术室设置有手术室防护门、控制室防护门，出控制室可到达库房，方便人员拿取手术用品；污物通过污洗打包间运出，整体实现医护人员、患者、医疗废物的路线分流。

（4）本项目 DSA 手术室的设计不影响消防通道，且不占用消防设施等任何公共安全设施。

综上所述，本项目各组成部分功能区明确，所在位置既方便就诊、满足科室诊疗需要，也能够降低人员受到意外照射的可能性，所以平面布置是合理的。

综上所述，本项目布局较为合理。

1.3 控制区监督区分区原则

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射工作场所的分区原则：6.4.1.1注册者和许可证持有者应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为**控制区**，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。6.4.2.1注册者和许可证持有者应将下述区域定为**监督区**：这种区域未被定为控制区，在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。

本项目以 DSA 手术室作为本项目 DSA 的辐射工作场所**控制区**：开展介入或者血管造影时，DSA 球管发射的射线被 DSA 手术室屏蔽体进行屏蔽，DSA 手术室属《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）定义的**控制区**；控制室、换床缓冲间、刷手区、污物清洗/打包间和设备间均毗邻 DSA 手术室且会有辐射工作人员停留的可能性，需要经常对职业照射条件进行监督和评价，均属《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）定义的**监督区**。本项目控制区、监督区示意图见附图 10。

DSA 手术室各防护门表面上均要求设置有电离辐射警告标志以及门上方的工作状态指示灯。同时，在作为监督区的控制室、刷手区、换床缓冲间、污物清洗/打包间门上设置监督区标志。

本项目辐射防护分区的划分符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射工作场所的分区规定。具体控制区和监督区划分表见表 10-1。

表 10-1 本项目“两区”划分一览表

工作场所	控制区	监督区	备注
DSA手术室	DSA手术室	控制室、换床缓冲间、刷手区、污物清洗/打包间和设备间	控制区内禁止外来人员进入，职业工作人员在进行日常工作时候不要在控制区内停留，以减少不必要的照射。监督区范围内应限制无关人员进入。

本项目两区划分示意图见附图10。

控制区和监督区管理要求：

控制区：在控制区进口各防护门外表面上均要求设置有电离辐射警告标志以及工作状态指示灯。运用行政管理程序如进入控制区的工作许可证和实体屏蔽限制进出控制区，放射性操作区应与非放射性工作区隔开。

监督区：采用适当的手段划出监督区的边界，在监督区入口处的门上设置监督区

标志；并定期检查工作状况，确认是否需要防护措施和安全条件，或是否需要更改监督区的边界。

2. 工作场所污染防治措施

（一）设备固有安全防护措施

本项目数字减影血管造影机（DSA）购置于正规厂家，保障设备各项安全措施齐全，仪器本身应采取多种安全防护措施：

①采用栅控技术：每次脉冲曝光间隔向旋转阳极加一负电压，抵消曝光脉冲的启辉与余辉，起到消除软 X 射线、提高有用射线质量并减小脉冲宽度作用。

②采用光谱过滤技术：在 X 射线管头或平板探测器的窗口处放置合适过滤板，以消除软 X 射线以及减少二次散射，优化有用 X 射线谱。设备提供适应 DSA 不同应用时可以选用的各种形状与规格的准直器隔板和铝过滤板。

③采用脉冲透视技术：在透视图像数字化基础上实现脉冲透视，改善图像清晰度；并能明显地减少透视剂量。

④采用图像冻结技术：每次透视的最后一帧图像被暂存并保留了于监视器上显示（即称之为图像冻结），利用此方法可以明显缩短总透视时间，以减少不必要的照射。

⑤配备有相应的表征剂量的指示装置，当 DSA 手术室内出现超剂量照射时会出现报警。

⑥本项目设备在床体和操作台上各自带 1 个急停按钮，在机器故障时可摁下，避免意外照射。

⑦装置装有可调限束装置，使装置发射的线束宽度尽量减小，以减少泄漏辐射。有用线束主要为从下往上，即使旋转机头，考虑到 DSA 拟安放位置，也不会直接照射门、窗和管线口位置。同时，也要求建设单位定期按照规章制度对于设备进行维护检修。

（二）对医生及患者的辐射防护措施

在实施诊治之前，应事先告知患者或被检查者辐射对健康的潜在影响；应注意对陪护者的防护，使其在陪护患者的全程诊治中，所受的辐射剂量做到最小化。

在 DSA 诊疗中，手术医生必须认真做好自身的防护工作。具体要求是：

①进一步提高安全文化素养，全面掌握辐射防护法规与技术知识。

②结合诊疗项目实际，综合运用时间、距离与屏蔽防护措施。

③DSA手术中，佩戴好个人防护用具。

④必须开展DSA诊疗手术医生的个人剂量监测。

⑤发现问题及时整改。

同时，医生在为患者实施DSA治疗时还须采取以下防护措施：

①时间防护：在满足诊断要求的前提下，在每次使用射线装置进行诊断之前，根据诊断要求和病人实际情况制定最优化的诊断方案，选择合理可行尽量低的射线照射参数，以及尽量短的曝光时间，减少工作人员和相关公众的受照射时间，也避免病人受到额外剂量的照射。

②距离防护：对患者非投照部位做好保护工作，在不影响工作质量的前提下，尽可能加大患者与射线装置的距离。操作人员采取隔室操作方式，控制室与DSA手术室之间以墙体隔开，通过观察窗观察病人情况，通过对讲机与病人交流。

③缩小照射野：在不影响操作的前提下尽量缩小照射野。

④缩短物片距：尽量让平板探测器靠近患者，减少散射线。

⑤在不影响图像质量和诊疗需要的前提下，尽量使用低剂量。

⑥定期维护DSA设备；制定和执行DSA诊疗中的质量保证计划。

⑦防护用品：辐射工作人员在诊疗过程中应自行穿戴相应铅防护用品并使用铅防护用品遮挡患者非诊疗部位。

根据《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲》，医院需制订《射线装置操作规程》，并严格按照该规程操作。在该规程中明确规定：医生必须佩戴个人剂量计、铅防护用品，在DSA诊疗中必须认真做好自身的防护工作，同时DSA诊疗中必须做好患者的防护工作。

（三）手术室通风措施

《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中要求“6.4.3 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风”，针对该要求确认，本项目手术室吊顶层下方室内体积为174.5m³，达到4次/h的换气需求需要的通风量为700m³，本项目手术室排风口设计风量为1000m³/h，能满足良好通风要求。

新风口、排风口安装于吊顶层（新风口位于吊顶东侧，排风口位于吊顶西南侧），位于混凝土楼面下方，均不会破坏屏蔽体。新风由室外机通过风管传到新风机，由新风机（设计风量为3000m³/h）将风通过管道穿墙送入DSA手术室。通风空调系统的

设置、室内气流组织以及废气的排放都考虑到避免空气在建筑物内反复循环和避免各房间空气相互掺混，从而减少污染物积累和交叉污染的几率。废气最终经独立通风系统引至室外排放（排口高度距地 4.3m）。手术室内风管穿墙均采用内外 3mm 铅做屏蔽补偿。本项目 DSA 手术室新风、排风示意图见附图 8。

（四）DSA 手术室辐射防护屏蔽设计

本项目 DSA 手术室设计的屏蔽参数见表 10-2。

表 10-2 本项目屏蔽材料一览表

场所	屏蔽方位	设计屏蔽材料及屏蔽厚度
DSA 手术室	四面墙体	360mm 实心砖墙
	楼顶	160mm 混凝土+30mm 硫酸钡水泥
	地面	250mm 混凝土混凝土
	防护门（5 扇）	4mm 铅门
	防护窗（2 扇）	4mm 铅当量铅玻璃

注：DSA 手术室东南侧为 370mm 实心砖，其余为 240mm+120mm，保守选择 360mm 实心砖作为评价厚度。

本项目 DSA 管电压不超过 125kV。根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C1.2 可知，可根据 NCRP147 号报告计算不同管电压下不同材料厚度等同的铅当量。根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）公式 C.1、C.2 以及附录表 C.2 可知。

辐射透射因子 B:

$$B = \left[\left(1 + \frac{\beta}{\alpha} \right) e^{\alpha \gamma X} - \frac{\beta}{\alpha} \right]^{-\frac{1}{\gamma}} \quad \text{-----公式 1}$$

B——给定材质厚度的屏蔽透射因子；

X——材质厚度（mm）；

α——材质对不同管电压 X 射线衰减的有关的拟合参数；

β——材质对不同管电压 X 射线衰减的有关的拟合参数；

γ——材质对不同管电压 X 射线衰减的有关的拟合参数。

铅当量厚度 X:

$$X = \frac{1}{\alpha \gamma} \ln \left(\frac{B^{-\gamma} - \frac{\beta}{\alpha}}{1 + \frac{\beta}{\alpha}} \right) \quad \text{-----公式 2}$$

B——给定材质厚度的屏蔽透射因子；

X——铅厚度（mm）；

α ——铅对不同管电压 X 射线衰减的有关的拟合参数；

β ——铅对不同管电压 X 射线衰减的有关的拟合参数；

γ ——铅对不同管电压 X 射线衰减的有关的拟合参数。

折合屏蔽体铅当量时，保守按照 125kV 下主射线辐射衰减拟合参数进行铅当量折算。

表 10-3 铅、混凝土对不同管电压的 X 射线（主束）辐射衰减拟合参数

管电压 125kV			
材料	α (mm ⁻¹)	β (mm ⁻¹)	γ (mm ⁻¹)
铅	2.219	7.923	0.5386
混凝土	0.03502	0.07113	0.6974

1.
2.
3.
O
碎
料

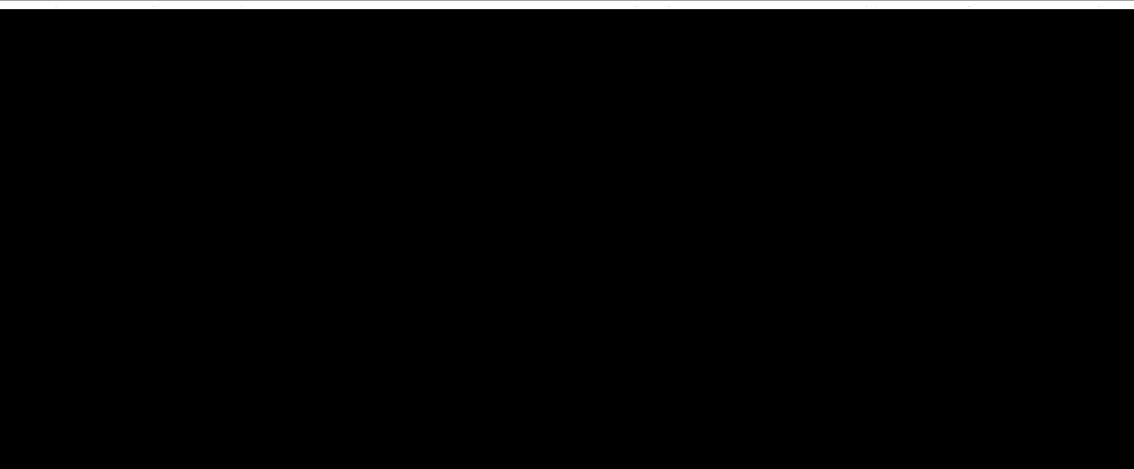


表 10-4 DSA 手术室当前屏蔽参数一览表

场所	屏蔽方位	实际屏蔽材料及屏蔽厚度	等效屏蔽效果
DSA 手术室	四面墙体	360mm 实心砖墙	3.79mm 铅当量
	楼顶	160mm 混凝土+30mm 硫酸钡水泥	1.90mm+2.91=4.81mm 铅当量
	地面	250mm 混凝土	3.38mm 铅当量
	防护门(5 扇)	4mm 铅门	4mm 铅当量
	防护窗(1 扇)	4mm 铅当量铅玻璃	4mm 铅当量
	手术室尺寸	有效使用面积 62.7m ² 最小单边长度 7.60m	

本次评价采用《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）表 3 中，给出了不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求。对于不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求：C 形臂 X 射线设备机房有用束方向为 2mm 铅当量，非有用束方向为 2mm 铅当量。本项目防护设计满足机房的屏蔽防护铅当量厚度要求。机房内最小有效使用面积为 20m²，机房内最小单边长度为 3.5m。本项目满足机房最小有效使用面积与最小单边长。

（五）辐射安全措施

（1）**警示标志及设施：**DSA 手术室各防护门外表面上均要求设置有电离辐射警告标志以及门上方的工作状态指示灯，灯箱上应设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句。同时，在作为监督区入口的控制室、污物清洗/打包间、刷手区、换床缓冲间门上设置监督区标志。

（2）**防夹装置：**建设单位拟为DSA手术室推拉式机房门拟制定曝光时关闭机房门的管理措施；电动推拉门设置防夹装置。

（3）**急停按钮和开门按钮：**本项目设备在床体和操作台自带 1 个急停按钮，拟在 DSA 手术室墙面增设 1 个，在机器故障时可按下，避免意外照射。在手术室防护门旁设置 1 个开门按钮，紧急情况下可从里面打开手术室防护门。

（4）**门灯连锁：**所有防护门拟设置工作状态指示灯且能与 DSA 手术室防护门有效关联。

（5）**对讲装置：**使用 DSA 的手术室与控制室内拟设置对讲装置，便于 DSA 手术室内的人员与操作室内技师沟通与交流。

（6）**防护用品：**根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中相关要求，应为介入放射学操作辐射工作人员、患者和受检者配备个人防护用品，包括铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜；应为辐射工作人员配备辐射防护设施，包括铅悬挂防护屏、铅防护调帘、床侧防护帘、床侧防护屏；应为患者配备辐射防护用品；应建立相关的操作规程、安全使用制度、人员培训制度和放射事故应急制度。本项目所有拟配备的防护用品和辅助防护设施的铅当量达到 0.25mmPb 以上。本项目辐射工作人员共计 8 人，拟为 DSA 手术室内人员配备防护用品。DSA 手术室内同时操作的手术医护人员预计最多 3 名医护人员和 1 名患者，医院为辐射工作人员和患者配备 4 套防护用品。

（7）**监测仪器：**医院拟为 DSA 项目医师位各配备 1 个人剂量报警仪，共计 2 个人剂量报警仪。辐射工作人员应配备足量的个人剂量计，手术医师建议佩戴 3 个（腕部剂量计、颈部剂量计、腰部剂量计），要求起码佩戴 2 个（颈部剂量计、腰部剂量计）；手术室内护士要求佩戴 2 个剂量计（腰部剂量计和颈部剂量计），其中颈部个人剂量计戴于铅衣外，腰部个人剂量计佩戴于铅衣内；控制室内技师要求佩戴 1 个剂量计（胸部剂量计），并定期送检。拟配备辐射巡测仪 1 台。

(8) **管理机构：**夹江县人民医院已建立以院领导为代表的第一责任人的安全管理机构（见附件 11 辐射安全领导小组）。

(9) **管理制度：**本项目建设单位涉及使用II类X射线装置，根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》“第十六条”和《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》（川环函〔2016〕1400号），建设单位需具备的辐射安全管理要求见表12-3，目前建设单位已按照要求制定原有核技术利用项目相应制度并下发至全院，本项目开展前应补充制定本项目相关章程以完善原有制度。

(10) **制度悬挂：**医院拟在 DSA 手术室和控制室墙上显著位置张贴大小和字体都足够醒目的《辐射工作场所安全管理要求》、《辐射工作人员岗位职责》、《辐射工作设备操作规程》和《辐射事故应急响应程序》。上墙制度的内容应体现出操作性和应用型，字体醒目，尺寸大小应不小于 400mm×600mm）。

(11) **消防器材：**根据《环境保护部辐射安全与防护监督检查技术程序(第三版)》、《核技术利用辐射安全和防护监督检查大纲》（NNSA/HQ-08-JD-PP-020）及《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲》（川环函〔2016〕1400号）要求，为手术室配备消防器材。

本项目 DSA 手术室辐射安全与防护措施示意图见附图 11。

三废的治理

1.施工期三废治理

1.1 废气

施工过程中产生的废气，属于无组织排放，主要通过施工管理和采取洒水等措施来进行控制。

1.2 噪声

施工期噪声包括墙体拆除、铺设电路时机器碰撞以及装修产生的噪声，由于施工范围小，施工期较短，施工噪声对周围环境的影响较小。且禁止夜间施工，并尽可能选用噪声较小的施工设备。

1.3 废水

施工期产生的废水主要包括施工废水和施工人员的生活污水，施工废水沉淀处理后回用，生活污水产量较小，依托医院污水处理设施处理。

1.4 固体废物

施工中固体废物主要为建筑废料、装修过程中产生的建筑垃圾以及施工人员产生的生活垃圾，建筑垃圾和生活垃圾均由医院统一收集并移交环卫部门清运。

2.运营期三废治理

2.1.废水

本项目 DSA 手术室产生的医疗废水依托医院污水处理站进行处理，处理后达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）中的预处理标准后排放至千佛大道截污干管，最终进入夹江县污水处理厂处理。

2.2 废气

本项目 DSA 手术室采用新风、排风系统，通风条件良好。其中新风口设置于 DSA 手术室吊顶东侧，排风口设置于 DSA 手术室吊顶西南侧。本项目 DSA 手术室体积约为 174.5m³，如果要达到每小时 4 次换气，需要的风机排风量为 700m³。本项目风机排风量为 1000m³，能够满足本项目通风需求。

手术室通风措施符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）规定的“机房应设置动力排风装置，并保持良好的通风”要求。废气通过排风管道穿过 DSA 手术室设备间引至室外排放（排风口高度距地面 4.3m）。本项目 DSA 工作时会使周围空气电离产生极少量臭氧和氮氧化物，臭氧在常温常压下稳定性较差，可自行分解为氧气，DSA 运行过程中产生的少量臭氧和氮氧化物对周围环境空气影响较小。本项目 DSA 手术室新风、排风示意图见附图 8。

2.3 固废

本项目 DSA 手术室手术过程中产生的医疗废物采用专门的收集容器集中处理后，专业人员将医疗废物运至污物清洗/打包间再转运至医院南侧污物暂存房，定期委托有资质单位外运处置。（医院 2023 年医疗废物集中处置协议已签订，见附件 9）。本项目 DSA 手术室产生的生活垃圾经院区垃圾收集房分类收集后交由市政环卫部门统一清运。

3.噪声

本项目 DSA 手术室的噪声主要来自于通排风系统、空调等设备，本项目运行后噪声源主要为排风系统，所有设备选用低噪声设备，均处于室内，通过建筑墙体隔声及距离衰减后，运行期间厂界噪声可达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准要求。

环保设施及投资

本项目总投资 [REDACTED]，其中环保投资 [REDACTED]，占总投资约 8.77%。其中本项目 DSA 拟配备 4 名医师、2 名护士、2 名技师。DSA 手术室 4 名医师建议各配备 3 个人剂量计（1 个腰部、1 个颈部和 1 个腕部），应起码各配备 2 个人剂量计（1 个腰部、1 个颈部），2 名护士各配备 2 个人剂量计（1 个腰部和 1 个颈部），2 名技师各配备 1 个剂量计（1 个胸部），共计需 18 个剂量计（4×3+2×2+2×1），应至少配置 14 个剂量计（4×2+2×2+2×1）。医院拟为 DSA 项目医师位各配备 1 个人剂量报警仪，共计 2 个人剂量报警仪。按照同类型医院目前运行日常，DSA 手术室内最多会有 3 名医护人员和 1 名患者，医院拟为辐射工作人员和患者配备 4 套防护用品。具体环保设施及投资见下表。

表 10-5 本项目环保预算一览表

项目		环保措施	投资(万元)
D S A 手 术 室	辐射屏蔽措施	屏蔽体改造工程	[REDACTED]
		铅防护门 5 扇	[REDACTED]
		铅玻璃观察窗 2 扇	[REDACTED]
	通排风系统	通排风系统 1 套	[REDACTED]
	安全措施	门灯连锁 5 套（东北侧手术室防护门、东南侧防护门、西侧设备间防护门、西南侧污物清洗间防护门、西南侧控制室防护门）	[REDACTED]
		急停按钮 3 个 （床体和操作台自带 1 个急停按钮，拟在 DSA 手术室墙面增设 1 个）	[REDACTED]
		开门按钮 1 个（拟在 DSA 手术室墙面设 1 个）	[REDACTED]
		对讲系统 1 套	[REDACTED]
		警示标志（电离辐射警告标志、控制区标志、监督区标志）	[REDACTED]
		防夹装置 2 个（DSA 手术室防护大门和东南侧防护门）	[REDACTED]
		闭门装置 3 个（设备间防护门、控制室防护门、污物清洗间防护门）	[REDACTED]
	防护用品	消防措施 1 套	[REDACTED]
		患者防护设备 1 套	[REDACTED]
		医护人员防护设备 3 套	[REDACTED]
	监测用品	个人剂量报警仪 2 台	[REDACTED]
		辐射巡测仪 1 台	[REDACTED]
		个人剂量计 14 个	[REDACTED]
监测费用	射线装置工作场所监测费用	[REDACTED]	
其他	辐射工作人员、管理人员及应急人员的组织培训	[REDACTED]	
合计			[REDACTED]

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

夹江县人民医院拟在门急诊医技综合楼一楼 DSA 手术室内新增 1 台数字减影血管造影机（DSA）。本项目 DSA 手术室所在门急诊医技综合楼已进行环评，并获得了乐山市环境保护局《关于夹江县卫生和计划生育局迁建县人民医院项目环境影响报告书》[] 本项目主体建筑的施工期阶段环境影响已在院区环评中详细描述，故本项目仅进行简要分析。

本项目施工期主要为墙体改造、通风系统、防护工程、表面装修、射线装置安装和调试，可能的污染因素主要为常规环境要素（施工废水、施工废气、施工噪声及施工固体废弃物影响）。DSA 安装时不通电源，因此不会对周围环境产生辐射污染，但在调试时将产生一定辐射污染，设备安装完成后，会有少量的废包装材料产生。

1.施工期对环境产生如下影响：**（1）施工期大气环境影响分析**

建设阶段的大气污染源主要为装修阶段产生的废气，但影响仅局限在施工现场附近区域。通过及时清扫施工场地，并保持施工场地一定的湿度可减少大气对环境的影响。

（2）施工期废水环境影响分析

施工期间，有一定量的建筑装修废水产生，待施工期结束后，建筑废水对环境的影响会随着施工期结束而随之消除；项目施工期施工人员生活污水产生量较小，已进入建设单位污水处理系统处理后进入城市污水管网。

（3）施工期噪声环境影响分析

施工期的噪声污染源主要为电锤、电钻等设备产生，因此，项目将加强管理。且在施工时严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）的标准规定，将噪声降低到最低水平；禁止夜间施工。影响将随着施工期结束消除。

（4）施工期固体废物影响分析

施工期的固体废物主要是建筑废料、装修垃圾和生活垃圾。建设单位拟在施工场地出入口设置临时垃圾桶，生活垃圾经统一收集后由环卫部门统一清运处理，并做好清运工作中的装载工作，防止垃圾在运输途中散落。建筑材料可回收利用部分重新利用后剩余的建筑垃圾集中收集，由建设单位外运至垃圾堆放场。故项目施工期间产生

的固废对周边环境产生影响较小。

2.安装调试期对环境会产生如下影响：

本项目射线装置的安装调试阶段会产生 X 射线，可能造成一定的辐射影响，因此要求安装和调试均在辐射防护建设完成后进行。本项目射线装置运输、安装和调试均由设备厂家专业人员进行操作。在射线装置运输、安装、调试过程中，应加强辐射防护管理，在此过程中应保证各屏蔽体屏蔽到位，在运输设备和 DSA 手术室门外设立辐射电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近，人员离开时，运输设备的车辆和 DSA 手术室上锁并派人看守。在设备的调试过程中，应在 DSA 手术室入口等处设置醒目的警示牌，工作结束后，确认各安全联锁装置正常后才能启用射线装置。设备安装完成后，医院方需及时回收包装材料及其他固体废物并作为一般固体废物进行处置，不得随意丢弃。

总之，建设项目施工期和安装调试期对环境产生的上述影响均为短期的，建设项目建成后，影响即自行消除。建设单位和施工单位在施工过程中应切实落实对施工产生的三废及噪声的管理和控制措施，施工期的环境影响将得到有效控制，建设项目施工期对周围环境影响较小。

运行阶段对环境的影响

（一）DSA手术室防护设计评估

1. DSA手术室防护条件评估

参考《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020），评价结果见表11-1。

表 11-1 本项目 DSA 手术室拟建屏蔽设计评价结果表

位置	设计厚度	铅当量	屏蔽要求	评价
四面墙体	360mm 实心砖墙	3.79mm 铅当量	介入 X 射线设备机房屏蔽防护铅当量厚度要求：有用线束方向铅当量 2mm，非有用线束方向铅当量 2mm。	满足
楼顶	160mm 混凝土+30mm 硫酸钡水泥	1.90mm+2.91=4.81mm 铅当量		
地面	250mm 混凝土	3.38mm 铅当量		
防护门	4mm 铅门	4mm 铅当量		
防护窗	4mm 铅当量铅玻璃	4mm 铅当量		
DSA 手术室有效面积	DSA 手术室为 62.7m ² ，单边最短长度 7.6m		单管头 X 射线机房内最小有效使用面积不小于 20m ² ，单边长度不小于 3.5m。	

由上表可知，本项目 DSA 手术室辐射屏蔽措施均能够满足《放射诊断放射防护要

求》（GBZ130-2020）的要求，同时DSA手术室有效面积和单边最短长度也满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求，DSA手术室屏蔽设计合理。

（二）理论预测环境影响分析

辐射种类和计算方法

据中华人民共和国环境保护部和国家卫生和计划生育委员会公告2017年第66号《射线装置分类》，数字减影血管造影机（DSA）属于II类射线装置。DSA工作时主要环境影响因素为工作时产生的X射线，包含主射线、散射线和泄漏射线。主射线方向从下往上。

本项目引用《辐射防护手册》（第一分册，李德平、潘自强主编）进行理论预估。《辐射防护手册》由核工业部安全防护卫生局和原子能出版社共同组织编写，涉及范围广泛，主要讨论了环境辐射标准、环境监测、剂量计算和三废治理等，应用于我国核能事业及辐射和放射性同位素在工业、农业及医学等多个领域，能很好地满足从事辐射防护工作的广大科技人员的实际需要。

本项目理论预测采用《辐射防护手册》（第一分册，李德平、潘自强主编）中10.3对于X射线机的屏蔽计算方式10.8和10.10演变可得。

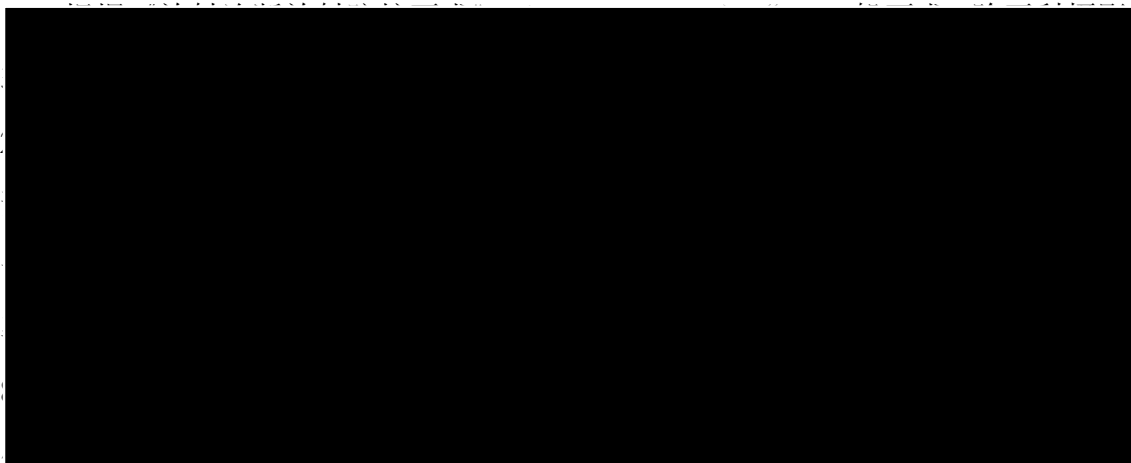
（三）计算条件

1.评估参数选取

本项目以表11-2中值作为本项目评价工况。

表11-2 本项目手术室内射线装置评价工况

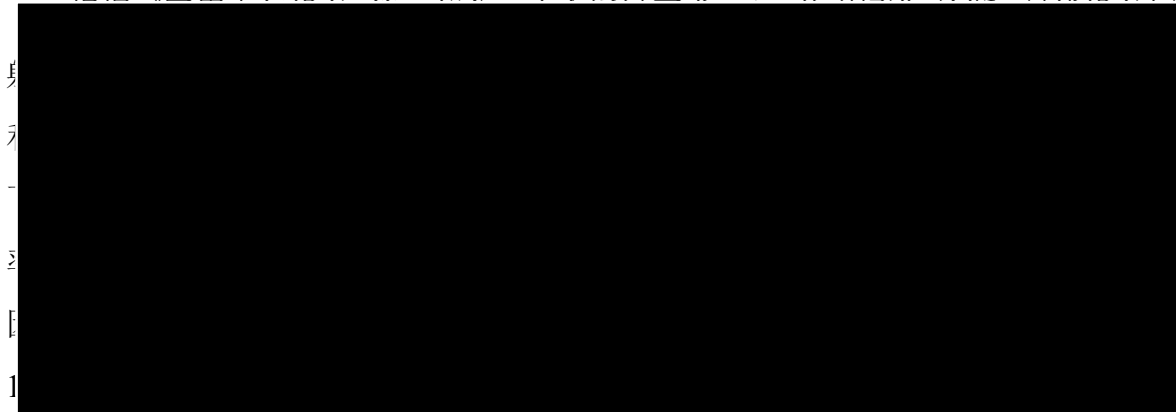
门急诊医技综合楼一楼DSA手术室					
模式	拍片	管电压	90kV	管电流	600mA
	透视		90kV		20mA



和
二
守
第
射
1m

表11-3 本项目射线装置辐射源强

射线装置	评价电流（mA）		空气比释动能率 (μGy/h)
	门急诊医技综合楼一楼的DSA	透视	20
拍片		600	2.38E+08



2. 散射能量

由于屏蔽体透射因子的取值与射线的能量有关，射线经过散射后，能量由公式3推导。光子散射后的能量E为(θ为散射角)。

$$E = \frac{E_0}{1 + \frac{E_0(1 - \cos\theta)}{0.511}} \text{-----公式3}$$

根据计算得出，本项目90kV主射线在θ=90°时的散射线能量约为80kV。

3. 透射因子

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录文献可得不同管电压下不同材质的拟合参数，见表11-4。

表 11-4 铅、混凝土不同管电压的 X 射线辐射衰减拟合参数

（主射线/泄露射线）管电压 90kV			
拟合参数	α	β	γ
铅	3.067	18.83	0.7726
混凝土	0.04228	0.1137	0.4690
（散射线）管电压 70kV			
铅	5.369	23.49	0.5883
混凝土	0.05090	0.1697	0.3849
（散射线）管电压 100kV			
铅	2.507	15.33	0.9124
混凝土	0.03950	0.08440	0.5191

由公式 1，表 10-3，表 10-4 以及表 11-4 中数据以及《辐射防护手册》（第三分册，李德平、潘自强主编）P62-P64 表 3.4 和表 3.5 可以得出本项目屏蔽体及防护设

备的透射因子，见表 11-5。

表 11-5 DSA 手术室当前屏蔽参数及辐射透射因子一览表

场所	屏蔽方位	实际屏蔽材料及屏蔽厚度	对散射线的辐射透射因子	对主/泄漏射线的辐射透射因子 (90kV)
DSA 手术室	四面墙体	360mm 实心砖	1.02E-06	3.69E-07
	楼顶	160mm 混凝土+30mm 硫酸钡水泥	/	7.34E-05*2.51E-05=1.84E-09
	地面	250mm 混凝土	3.84E-06	1.53E-06
	防护门	4mm 铅门	3.43E-06	3.69E-07
	防护窗	4mm 铅当量铅玻璃	3.43E-06	3.69E-07
防护用品	铅衣	0.5mmPb	3.32E-02	2.52E-02
	铅衣+铅屏	1mmPb	1.49E-03	3.32E-02*3.32E-02=6.33E-04
	铅手套	0.025mm 铅当量	6.33E-01	6.26E-01

4.利用因子和居留因子

计算时按照DSA机头拟放置位置确定到达关注点距离，根据《放射医学中的辐射防护》（Radiation Protection in Medical Radiography, Mary Alice Statkiewicz Sherer, 6th Edition. Mosby, 032010,p300）对于利用因子一律取1。另根据NCRP147号报告P31的表4.1 医疗场所居留因子建议值对本项目保护目标所在场所的居留因子进行取值。

（四）计算公式

（1）主射线辐射影响计算公式

本项目DSA手术室上方主要考虑主射线影响，四周主要考虑散射线和泄漏射线影响。采用《辐射防护手册》（第一分册，李德平、潘自强主编）中10.3对于X射线机的屏蔽计算公式10.8和10.10进行推导：

$$H_{pr} = \frac{H_{1m} \cdot B}{r_x^2} \quad \text{-----公式 4}$$

式中：

H_{pr} ：关注点处的主射线的空气比释动能率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

H_{1m} ：距离靶点1m处空气比释动能率， $\mu\text{Gy/h}$ ，

B ：屏蔽透射因子；

r_x ：距离阳极靶 1m 处至关注点的距离，m。

（2）散射线辐射影响计算公式

散射线在关注点的造成的空气比释动能率计算，可参照《辐射防护手册》（第一

分册) 公式 10.10 采用以下公式:

$$H_{sr} = \frac{H_0 \cdot \mu \cdot (s/400) \cdot \alpha \cdot s \cdot B}{(d_0)^2 (d_s)^2} \text{-----公式5}$$

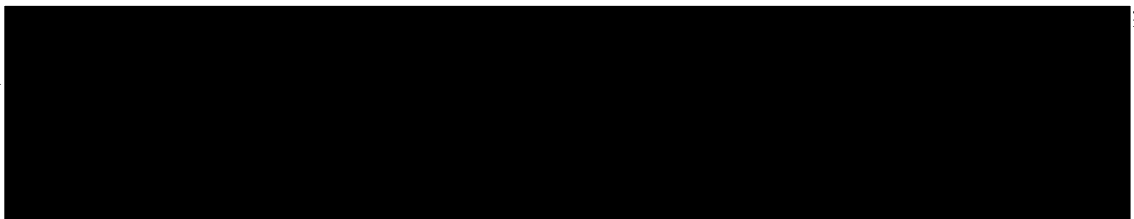
H_{sr} : 关注点处的散射线空气比释动能率, $\mu\text{Gy/h}$;

H_0 : 距靶点1m处空气比释动能率 ($\mu\text{Gy/h}$);

μ : 利用因子, 它表示射线被利用的程度, 也就是有用射线束指向有关照射点的工作负荷分数;

B : 屏蔽墙对散射线的屏蔽透射因子;

册
(



d_0 : 源与受照体的距离 1m;

d_s : 球管 1m 处距离关注点的距离。

(3) 泄漏射线辐射影响参数

泄漏射线对于屏蔽体外关注点的辐射影响计算公式为:

$$H_{LR} = \frac{H_L \cdot B}{r^2} \text{-----公式6}$$

式中:

H_{LR} : 关注点处的泄漏辐射空气比释动能率, $\mu\text{Gy/h}$;

H_L : 距靶点1m处泄漏射线的剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$)

B : 屏蔽透射因子;

r : 距离球管1m处至关注点的距离, m。

根据上述公式计算DSA手术室周围关注点和医师位在开机时的散射线和泄漏射线产生的瞬时剂量率, 结果见表11-4、表11-5, 关注点位图见图11-1、图11-2、图11-3。

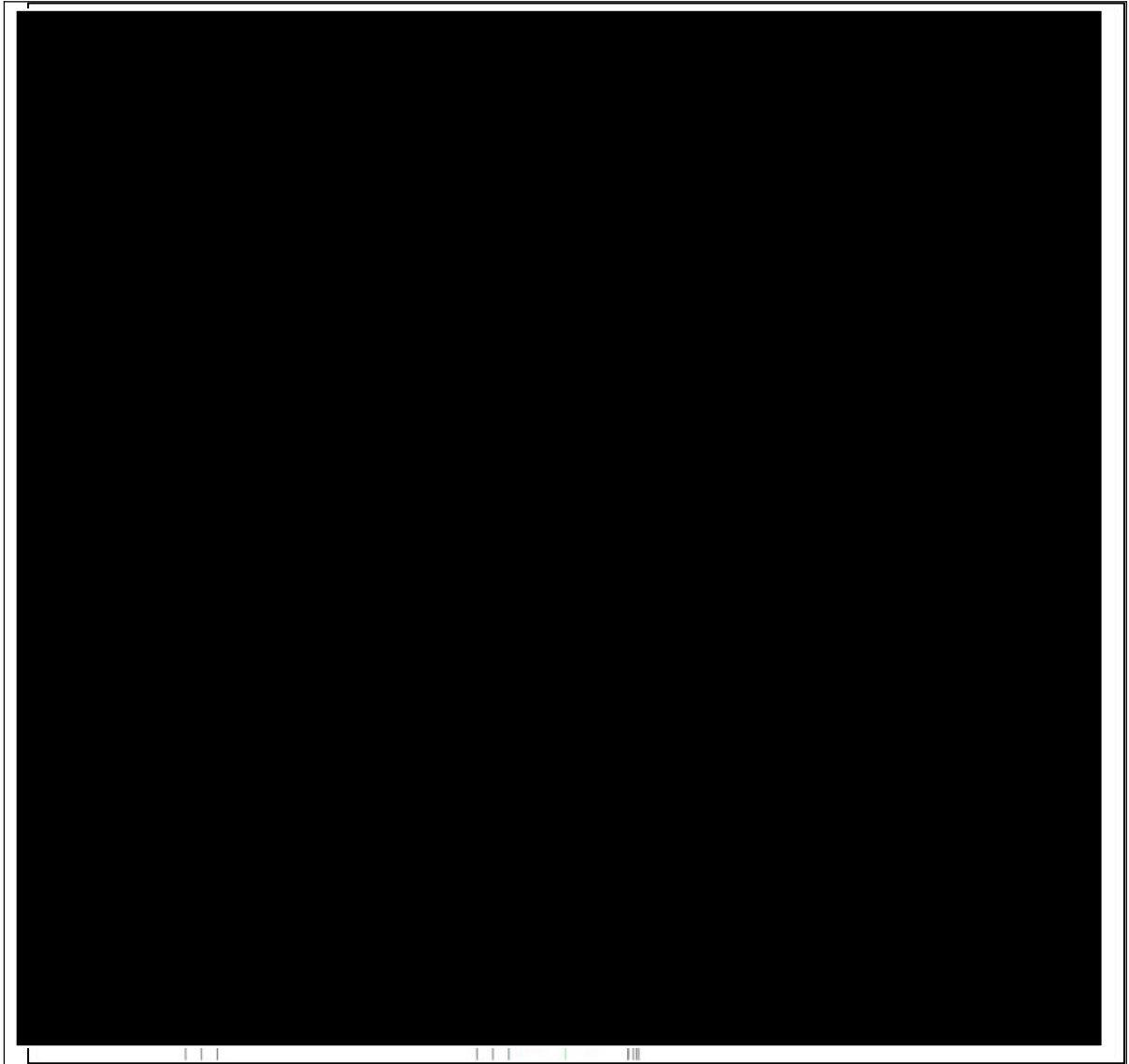


图11-1 本项目DSA手术室内和四周关注点位图

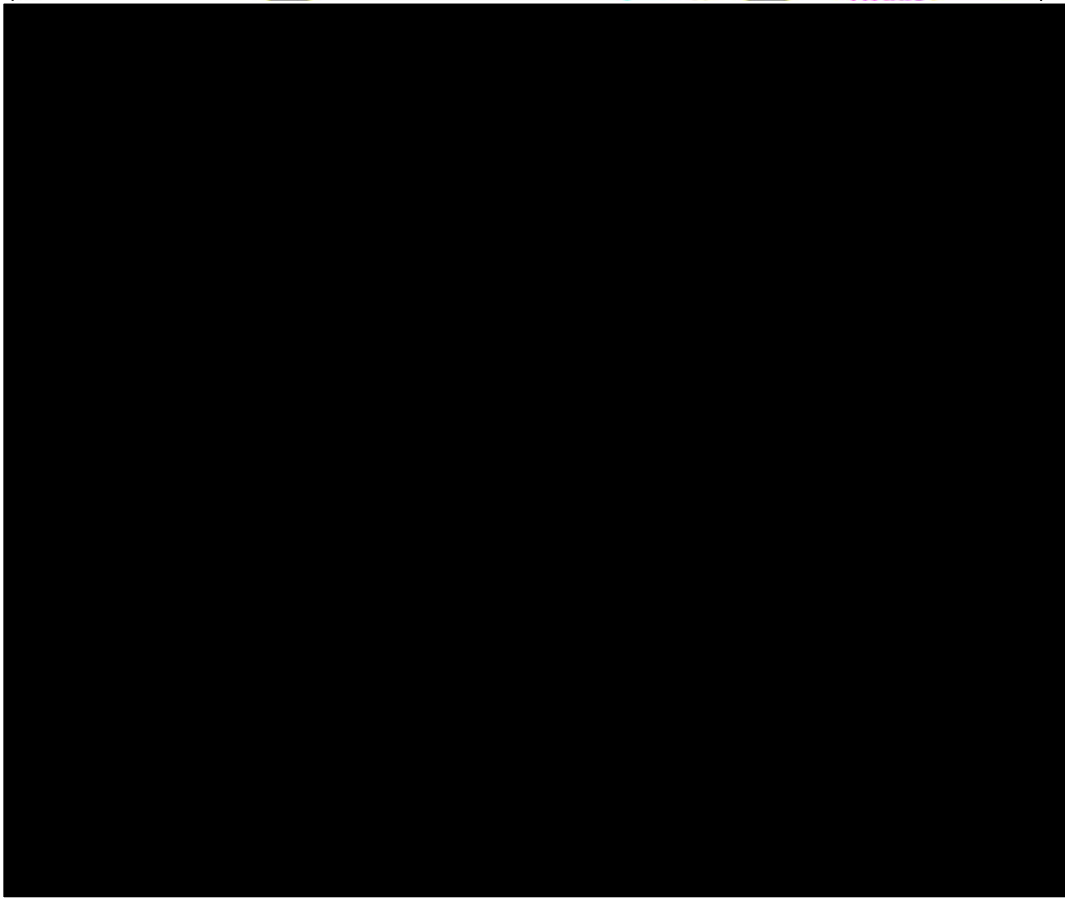


图11-2 本项目DSA手术室楼上关注点位图

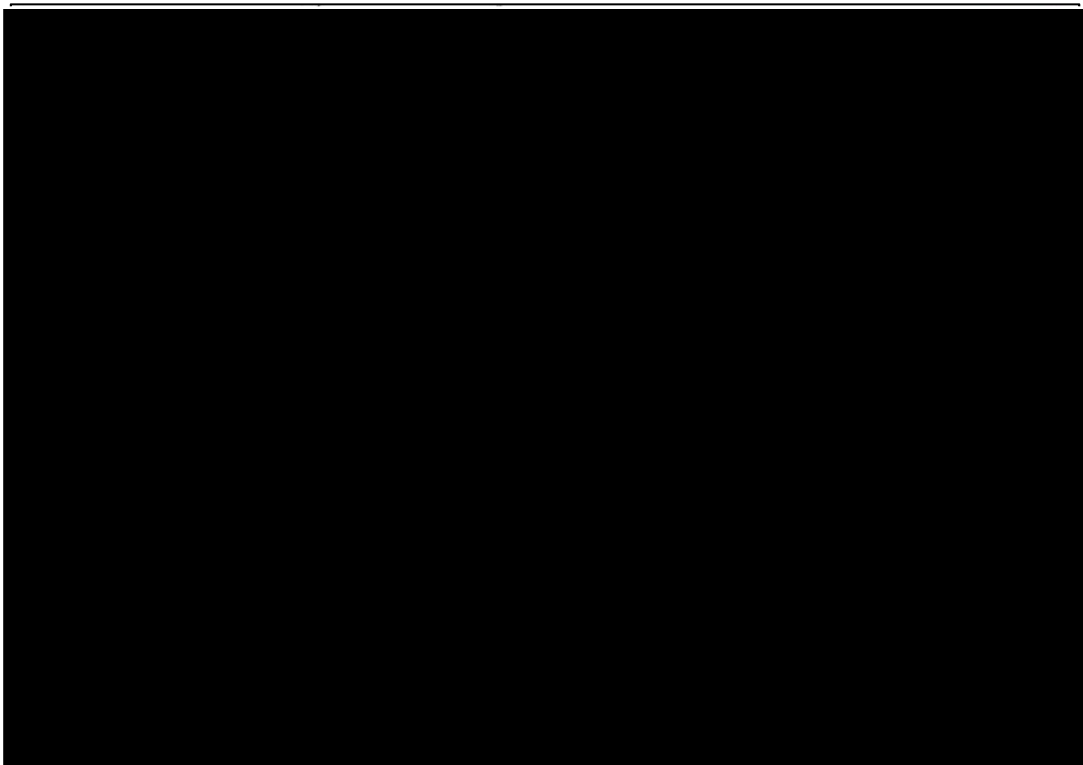


图11-3 本项目DSA手术室楼下关注点位图

表11-4 不同介入诊疗条件下本项目DSA手术室周围主射线方向周围剂量当量率估算结果

DSA手术室								
关注点	预测点	模式	距离 (m)	屏蔽材料	透射因子	利用因子	空气比释动能率 ($\mu\text{Gy/h}$)	周围剂量当量率($\mu\text{Sv/h}$)
16	楼上30cm处（卫生间）	透视	5.4	160mm混凝土 +30mm硫酸钡水泥	1.84E-09	1	5.01E-04	8.47E-04
		拍片			1.84E-09	1	1.50E-02	2.54E-02

注：由《用于光子外照射放射防护的剂量转换系数》（GBZ/T 144-2002）表B1中80kV和100kV插值获得90kV下空气比释动能到周围剂量当量的转换系数为1.69。

表11-5 不同介入诊疗条件下本项目DSA手术室周围非主射线方向周围剂量当量率估算结果

关注点	预测点	模式	距离 (m)	屏蔽材料	利用因子	散射线		泄漏射线		合计空气比释动能率 ($\mu\text{Gy/h}$)	换算系数	合计周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
						透射因子	空气比释动能率 ($\mu\text{Gy/h}$)	透射因子	空气比释动能率 ($\mu\text{Gy/h}$)			
1	第一术者位	透视	0.50	0.5mmPb 铅衣 +0.5mmPb 铅屏	1	1.49E-03	6.44E+00	6.33E-04	1.13E+01	4.49E+00	1.69/1.72	7.64E+00
				0.5mmPb 铅衣		3.32E-02	3.02E+01	2.52E-02	6.99E+01			1.44E+02
2	第二术者位	透视	0.80	0.5mmPb 铅衣 +0.5mmPb 铅屏	1	1.49E-03	7.64E-01	6.33E-04	9.89E-01	1.75E+00	1.69/1.72	2.98E+00
				0.5mmPb 铅衣		3.32E-02	1.70E+01	2.52E-02	3.93E+01			5.63E+01
3	护士位	透视	1.00	0.5mmPb 铅衣 +0.5mmPb 铅屏	1	1.49E-03	4.89E-01	6.33E-04	6.33E-01	1.12E+00	1.69/1.72	1.91E+00
				0.5mmPb 铅衣		3.32E-02	1.09E+01	2.52E-02	2.52E+01			3.60E+01
4	东南侧窗外30cm处（控制室）	透视	4.60	4mm 铅当量铅玻璃	1	3.43E-06	5.30E-05	3.69E-07	1.74E-05	7.04E-05	1.69/1.72	1.21E-04
		拍片				3.43E-06	1.59E-03	3.69E-07	1.74E-05			1.61E-03
5	东南侧窗外30cm处（控	透视	4.10	4mm 铅当量铅玻璃	1	3.43E-06	6.67E-05	3.69E-07	2.20E-05	8.87E-05	1.69/1.72	1.52E-04
		拍片				3.43E-06	2.00E-03	3.69E-07	2.20E-05			2.02E-03

	制室)											
6	东南侧墙外 30cm处(控 制室)	透视	4.30	370mm 实心砖	1	1.38E-06	2.45E-05	5.13E-07	2.77E-05	5.22E-05	1.69/1.72	8.90E-05
		拍片				1.38E-06	7.34E-04	5.13E-07	2.77E-05	7.62E-04		1.31E-03
7	东南侧门外 30cm处(控 制室)	透视	4.60	4mm 铅当量铅 门	1	3.43E-06	5.30E-05	3.69E-07	1.74E-05	7.04E-05	1.69/1.72	1.21E-04
		拍片				3.43E-06	1.59E-03	3.69E-07	1.74E-05	1.61E-03		2.76E-03
8	西南侧墙外 30cm处(污 洗)	透视	4.60	370mm 实心砖	1	1.38E-06	2.14E-05	5.13E-07	2.42E-05	4.56E-05	1.69/1.72	7.77E-05
		拍片				1.38E-06	6.42E-04	5.13E-07	2.42E-05	6.66E-04		1.14E-03
9	西南侧门外 30cm处(污 洗)	透视	3.88	4mm 铅当量铅 门	1	3.43E-06	7.45E-05	3.69E-07	2.45E-05	9.90E-05	1.69/1.72	1.70E-04
		拍片				3.43E-06	2.24E-03	3.69E-07	2.45E-05	2.26E-03		3.89E-03
10	西南侧墙外 30cm处(设 备间)	透视	3.30	360mm实心砖	1	1.38E-06	4.16E-05	5.13E-07	4.71E-05	8.86E-05	1.69/1.72	1.51E-04
		拍片				1.38E-06	1.25E-03	5.13E-07	4.71E-05	1.29E-03		2.22E-03
11	西南侧门外 30cm处(设 备间)	透视	4.90	4mm铅当量铅 门	1	3.43E-06	4.67E-05	3.69E-07	1.54E-05	6.21E-05	1.69/1.72	1.06E-04
		拍片				3.43E-06	1.40E-03	3.69E-07	1.54E-05	1.42E-03		2.44E-03
12	西北侧墙外 30cm处(MRI 室)	透视	4.70	360mm实心砖	1	1.38E-06	2.05E-05	5.13E-07	2.32E-05	4.37E-05	1.69/1.72	7.45E-05
		拍片				1.38E-06	6.15E-04	5.13E-07	2.32E-05	6.38E-04		1.10E-03
13	东北侧墙外 30cm处(放 射科走道)	透视	6.80	360mm实心砖	1	1.38E-06	9.79E-06	5.13E-07	1.11E-05	2.09E-05	1.69/1.72	3.56E-05
		拍片				1.38E-06	2.94E-04	5.13E-07	1.11E-05	3.05E-04		5.24E-04
14	东北侧墙外 30cm处(缓 冲)	透视	6.00	360mm实心砖	1	1.38E-06	1.26E-05	5.13E-07	1.42E-05	2.68E-05	1.69/1.72	4.57E-05
		拍片				1.38E-06	3.77E-04	5.13E-07	1.42E-05	3.91E-04		6.73E-04
15	东北侧门外 30cm处(缓 冲)	透视	6.30	4mm铅当量铅 门	1	3.43E-06	2.82E-05	3.69E-07	9.30E-06	3.75E-05	1.69/1.72	6.43E-05
		拍片				3.43E-06	8.47E-04	3.69E-07	9.30E-06	8.56E-04		1.47E-03

18	东南侧门外 30cm处(刷手 区)	透视	6.40	4mm铅当量铅 门	1	3.43E-06	2.74E-05	3.69E-07	9.01E-06	3.64E-05	1.69/1.72	6.23E-05
		拍片				3.43E-06	8.21E-04	3.69E-07	9.01E-06	8.30E-04		1.43E-03
17	楼下	透视	3.50	250mm混凝土	1	3.84E-06	1.03E-04	1.53E-06	1.25E-04	2.27E-04	1.69/1.72	3.88E-04
		拍片				3.84E-06	3.08E-03	1.53E-06	1.25E-04	3.20E-03		5.51E-03

注：由《用于光子外照射放射防护的剂量转换系数》（GBZ/T 144-2002）表B1中80kV和100kV插值获得90kV下空气比释动能到周围剂量当量的转换系数为1.69，80kV下空气比释动能到周围剂量当量的转换系数为1.72。

根据表 11-4 和表 11-5 可知，DSA 手术室四周墙体、铅防护门、观察窗、楼上楼下屏蔽条件均能满足辐射屏蔽的要求，即透视和拍片时在设计的防护条件下，屏蔽体外表面 0.3m 外的周围剂量当量率将均小于 2.5 μ Sv/h，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中 6.3.1 的要求。

(5) DSA 手术室辐射工作人员及周围公众年有效剂量评估

按照联合国原子辐射效应科学委员会（UNSCEAR）2000年报告附录A公式计算 DSA手术室周围各关注点辐射工作人员和公众受到的X射线产生的外照射年附加有效剂量：

$$H_{Er} = D_r \times T \times t \times K \quad \text{-----公式7}$$

H_{Er} : X射线外照射年附加有效剂量,mSv/a;

D_r : 关注点处空气吸收剂量率 $\mu\text{Gy/h}$;

T : 居留因子;

t : 年照射时间, h;

K : 有效剂量与吸收剂量转换系数。 [REDACTED]

根据公式 7 可得辐射工作人员及周围公众年有效剂量预测结果见表 11-6。

表11-6 本项目DSA手术室辐射工作人员及周围公众年有效剂量一览表

序号	位置	周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$)		居留因子	年照射时间 (h)	保护目标	人员年附加有效剂量 (mSv/a)
		透视	拍片				
1	第一术者位	铅衣内	7.64E+00	1	125	辐射工作人员	2.32E+00
		铅衣外	2.45E+02		125		
2	第二术者位	铅衣内	2.98E+00	1	125	辐射工作人员	9.04E-01
		铅衣外	9.56E+01		125		
3	护士位	铅衣内	1.91E+00	1	125	辐射工作人员	5.79E-01
		铅衣外	6.12E+01		125		
4	控制室	透视	1.52E-04	1	125	辐射工作人员	4.82E-05
		拍片	3.48E-03		8.4		
5	污物清洗	透视	1.14E-03	1/20	250	辐射工作人员	1.44E-05
		拍片	1.70E-04		16.7		
6	设备间	透视	1.51E-04	1/20	250	辐射工作人员	3.74E-06
		拍片	2.22E-03		16.7		
7	MRI 机房	透视	7.45E-05	1/2	250	周围公众	1.85E-05
		拍片	1.10E-03		16.7		
8	放射科走道	透视	3.56E-05	1/5	250	周围公众	3.53E-06
		拍片	5.24E-04		16.7		
9	换床缓冲	透视	6.43E-05	1/5	250	周围公众	8.13E-06

		拍片	1.47E-03		16.7		
10	刷手区	透视	6.23E-05	1/8	250	辐射工作人员	4.92E-06
		拍片	1.43E-03		16.7		
11	楼上	透视	8.47E-04	1	250	周围公众	6.36E-04
		拍片	2.54E-02		16.7		
12	楼下	透视	3.88E-04	1/20	250	周围公众	9.44E-06
		拍片	5.51E-03		16.7		
其余区域							
13	院区道路	透视	1.52E-04	1/5	250	周围公众	1.92E-05
		拍片	3.48E-03		16.7		
14	感染科	透视	1.52E-04	1	250	周围公众	9.61E-05
		拍片	3.48E-03		16.7		
15	东侧停车场	透视	6.23E-05	1/40	250	周围公众	9.85E-07
		拍片	1.43E-03		16.7		
16	发热门诊CT	透视	8.30E-05	1	250	周围公众	4.14E-05
		拍片	1.24E-03		16.7		
17	第一住院楼	透视	1.10E-04	1	250	周围公众	5.49E-05
		拍片	1.64E-03		16.7		

*根据《职业性外照射个人监测规范》GBZ128-2019，介入放射工作人员有效剂量： $E=0.79H_u+0.051H_o$ （ H_u ：铅围裙内剂量； H_o ：铅围裙外颈部剂量）。

由表 11-6 可以看出，因此本项目 DSA 手术室内辐射工作人员的年有效剂量最大为 **2.32mSv**（不含天然本底），周围公众的年附加有效剂量最大为 **6.36E-04mSv** 满足相关要求。

环评建议：根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》及《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中相关管理条例和规定，所有手术过程中 DSA 手术室内的医护人员均应按辐射工作人员进行管理，个人剂量计定期送有资质的单位检测并建立个人剂量档案，在手术室内操作时须穿铅衣、戴铅手套、铅眼镜、铅围脖等防护用品。

（6）医生腕部皮肤受照剂量

介入治疗时，医生通常站立于介入治疗病床侧面，面对病患，受到散射射束照射的几何条件为前后入射（AP，即垂直于人体长轴/Z 轴，从人体正面的入射），本项目采用理论预测分析介入手术医生所受到的皮肤剂量。

预测模式：计算模式采用《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》（GBZ/T244-2017），

X 射线所致皮肤损伤的辐射剂量可按下式估算：

$$D_s = C_{KS}(k \cdot t) \cdot 10^{-3} \text{-----公式 8}$$

$$k = \frac{H'(0.07, 0^0)}{C_{KH}} \text{-----公式 9}$$

D_s ：皮肤吸收剂量（mGy）；

k ：X- γ 辐射场的空气比释动能率（ $\mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$ ）；

C_{KS} ：空气比释动能到皮肤吸收剂量的转换系数（mGy/mGy），根据《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》（GBZ/T244-2017）表 A.4 进行取值，（90kV）

t ：人员累积受照时间，单位为小时（h），取医生透视时间 $t=125\text{h}$ ；

$H'(0.07, 0^0)$ ：定量剂量当量率（ $\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ ）；

C_{KH} ：空气比释动能到定量剂量当量率的转换系数（Sv/Gy）。

医生操作时，腕部（手腕面积取 0.01m^2 ）距离主射束的距离取 1m ，且医生佩戴铅手套（ 0.025mm ），在操作时主要受到散射线和泄漏射线影响，预计透视时有 $1/4$ 的时间在进行插入导管等操作，本项目射线装置可以近似为垂直照射。由公式算得本项目 DSA 手术室医师位医生腕部所受当量剂量最大值为 **22.1mSv**，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）第 4.3.2.1 条的规定，对任何工作人员，四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量不超过 **500mSv**，也满足本项目对于辐射工作人员四肢（手和足）或皮肤当量剂量通常管理限值，即不超过 **125mSv/a** 的要求。

术者位眼晶体年当量剂量估算

本项目参考《直读式剂量计用于介入职业人员眼晶状体剂量实时监测方法的研究》（中华放射医学与防护杂志，2016年12月第36卷第12期，黄卓、范瑶华、李文炎、欧向明、岳保荣、徐辉，中国疾病预防控制中心辐射防护与核安全医学所辐射防护与核应急中国疾病预防控制中心重点实验室；基金项目：国家科技支撑计划项目（2014BAI12B04））中测量的眼晶体数据进行类比预测。

该文献中剂量计选择：采用美国Fuke公司生产的型号为RaySafe i2的直读式电子剂量计。该剂量计是半导体个人剂量计。该研究涉及的大多数病例的曝光参数（70～100 kV）范围内，本项目常用工况恰好属于该范围内。作为比较研究的TLD探测元件为 LF（Mg, Cu, P）。

剂量计刻度：根据国际辐射单位与测量委员会（ICRU）的建议， $H_p(3)$ 是最适合评价眼晶状体受照剂量的实用量。因此，该研究中采用欧盟辐射防护最优化项目（Optimization of Radiation Protection for Medical Staff, ORAMED）推荐的刻度方法结合 $H_p(3)$ 与空气比释动能的转换系数，对选用的直读式电子剂量计进行 $H_p(3)$ 刻度。刻度在中国疾病预防控制中心辐射防护与核安全医学所国家二级标准剂量学实验室进行。作为比较研究的热释光剂量计（TLD）采用相同的刻度方法对其进行 $H_p(3)$ 刻度。

剂量计佩戴和数据测读：将直读式电子剂量计固定在弹性可伸缩绷带上佩戴于介入手术职业人员的头部左侧，TLD同样悬挂在介入手术职业人员头部左侧，两种剂量计相互紧贴。在不影响术者操作的情况下，将剂量计尽可能靠近术者左眼。为每例介入手术的第一术者和第二术者佩戴剂量计。个别手术类型由唯一术者完成，则只记录第一术者剂量。一些手术病例需要3名术者共同完成，则也为第三术者佩戴剂量计。将直读式电子剂量计与电子显示屏通过蓝牙配对连接，在手术过程中通过电子显示屏实时观察和读取术者的瞬时剂量率，在手术结束后读取该例手术的术者累积剂量。

介入手术设备选择：该研究选取了临床使用较多的2台单X射线管和3台双X射线管DSA设备。所有设备均配备悬吊式铅防护屏和床侧铅防护帘。

介入手术类型选择：临床上介入手术应用较多的为心血管系统和脑血管系统疾病的诊断和治疗。该研究选取了冠状动脉造影术、冠状动脉支架植入术、脑部血管支架植入术、脑部血管栓塞术、神经系统血管造影5类介入术类型。以上手术类型与本项目数量最多的手术类型相似。

表11-7 5种介入手术类型测得介入职业人员眼晶状体个人剂量当量 $H_p(3)$ (μSv)

介入手术类型	介入职业人员	例数	直度式剂量计	每例手术个人剂量当量	热释光剂量计	每例手术个人剂量当量
冠状动脉造影	第一术者位	29	10.82	0.3731	11.04	0.3807
	第二术者位	21	7.39	0.3519	10.39	0.4948
神经系统血管造影	第一术者位	54	12.36	0.2289	13.90	0.2574
	第二术者位	22	16.03	0.7286	23.21	1.055
脑部血管栓塞术	第一术者位	21	13.73	0.6538	15.20	0.7238
	第二术者位	16	23.04	1.440	24.26	1.516
脑部支架植入术	第一术者位	19	31.76	1.672	32.09	1.689
	第二术者位	9	14.74	1.638	22.79	2.532
冠状动脉支架植入术	第一术者位	12	23.55	1.963	22.10	1.842
	第二术者位	13	10.78	0.8292	17.35	1.335

参考表11-6中每例手术个人剂量当量 $H_p(3)$ 最大值 $2.532\mu\text{Sv}/\text{例}$ ，结合本项目医师年最大手术量，预计本项目辐射工作人员眼晶体年度个人剂量当量约为 **0.263mSv** （已根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128—2019）乘以转换系数）。满足本项目职业人员眼晶体的年当量剂量约束值 37.5mSv 要求。

（五）大气环境影响分析

本项目DSA手术室采用新风、排风系统通风，通风条件良好。其中新风口设置于DSA手术室吊顶东侧，排风口设置于DSA手术室吊顶西南，手术室通风措施符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）规定的“机房应设置动力排风装置，并保持良好的通风”要求。为了避免交叉感染，通排风系统维持合理的气流流向和气流组织。DSA手术室的废气通过排风管道引至门诊急诊医技综合楼一楼室外排放，风管水平穿手术室墙且穿墙口内外加 3mm 铅做屏蔽补偿，排风高度距地面 4.3m 。本项目DSA工作时会使周围空气电离产生极少量臭氧和氮氧化物，臭氧在常温常压下稳定性较差，可自行分解为氧气，DSA运行过程中产生的少量臭氧和氮氧化物对周围环境空气影响较小。

（六）水环境影响分析

本项目DSA手术室营运期产生的废水主要包括医疗废水和医护人员、病患以及病人家属产生的生活污水。废水进入医疗污水处理站，经一级强化+消毒处理达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）中的预处理标准后排放至千佛大道截污干管，最终进入夹江县污水处理厂处理。故本项目运行后，不会对当地水质产生明显影响。

（七）固体废物环境影响分析

本项目DSA手术室投运后不会产生放射性固体废物，预计将产生有少量废造影剂的输液瓶（ $66\text{kg}/\text{a}$ ）、废药棉（ $44\text{kg}/\text{a}$ ）、废纱布（ $55\text{kg}/\text{a}$ ）、废手套（ $62\text{kg}/\text{a}$ ）等医疗废物。本项目DSA手术室手术过程中产生的医疗废物采用专门的收集容器集中处理后，专业人员将废物运至污物清洗/打包间，在每日工作结束后将废物转运到医院南侧污物暂存房，定期委托有资质单位外运处置。（医院2023年医疗废物集中处置协议已签订，见附件9）。本项目DSA手术室产生的生活垃圾经院区垃圾收集房分类收集后交由市政环卫部门统一清运。

（八）声环境影响分析

本项目DSA手术室的噪声主要来自通排风系统、空调等设备，本项目运行后噪声源主要为排风系统，所有设备选用低噪声设备，均处于室内，通过建筑墙体隔声及距离衰减后，运行期间厂界噪声可达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2类标准要求。

环境影响风险分析

1. 环境风险评价的目的

环境风险评价的目的是分析和预测建设项目存在的潜在危害和有害因素，以及项目在建设、运营期间可能发生的事故（一般不包括自然灾害与人为破坏），引起有毒、有害（本项目为电离辐射）物质泄漏，所造成的环境影响程度和人身安全损害程度，并提出合理可行的防范、应急与减缓措施，以使项目事故发生率、损失和环境影响达到可以接受的水平。

2. 风险识别

本项目涉及II类射线装置，在装置操作过程中，如果不被安全管理或可靠保护，可能对接触的人员造成放射性损伤和环境污染。

主要事故风险：

数字减影血管造影机（DSA）

- 1) DSA正常工作时，人员误留、误入DSA手术室，导致发生误照射；
- 2) DSA控制系统失灵，发生误照射；
- 3) DSA检修维护等过程中，检修维护人员误操作，造成有关人员误照射。

3. 源项分析及事故等级分析

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019年修订本）第四十条对于事故的分级原则，现将事故等级列于表 11-8 中。

表 11-8 辐射事故等级一览表

潜在危害	事故等级
射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射	一般辐射事故
射线装置失控导致 9 人以下（含 9 人）急性重度放射病、局部器官残疾	较大辐射事故
是指I类、II类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 2 人以下（含 2 人）急性死亡或者 10 人以上（含 10 人）急性重度放射病、局部器官残疾。	重大辐射事故
是指I类、II类放射源丢失、被盗、失控造成大范围严重辐射污染后果，或者放射性同位素和射线装置失控导致 3 人以上（含 3 人）急性死亡	特别重大辐射事故

本项目DSA主要的环境风险因子为DSA工作时产生的X射线。

本项目根据《职业性外照射急性放射病诊断》（GBZ104-2017）表1的骨髓性急性重度放射病的受照剂量范围参考值4.0~6.0Gy界定是否会产生急性重度放射病，另根据《实用辐射安全手册》（第二版）（丛慧玲，北京：原子能出版社）表2-13急性效应于剂量关系中以4Gy作为重度放射病的阈值，以及表后“对低LET辐射，皮肤损伤的阈值量3-5Gy，低于此剂量不会发生皮肤损伤”的相关描述以及急性放射病的发生率和急性放射病的死亡率与辐射剂量的关系（见表11-9），从而以是否达到3.5Gy界定是否会发生较大辐射事故。另按照死亡率99%的辐射剂量5.5Gy界定是否会发生重大辐射事故和特别重大辐射事故。

表 11-9 急性放射病的发生率、死亡率与辐射计量的关系

辐射剂量/Gy	急性放射病发生率/%	辐射剂量/Gy	死亡率%
0.7	1	2.00	1
0.90	10	2.50	10
1.00	20	2.80	20
1.05	30	3.00	30
1.10	40	3.20	40
1.20	50	3.50	50
1.25	60	3.60	60
1.35	70	3.75	70
1.40	80	4.00	80
1.60	90	4.50	90
2.0	90	5.50	90

4. 风险事故情形下辐射影响分析

事故假设：

（1）DSA 正常工作时，人员未穿戴防护用品停留于 DSA 手术室内；

在介入手术操作过程中，有未穿戴铅衣、配套铅手套和铅防护眼镜等个人防护用品的公众误留 DSA 手术室。

（2）DSA 控制系统失灵，发生误照射；

若 DSA 控制系统失灵持续拍片，而此时 DSA 手术室内人员未穿戴铅衣、配套铅手套和铅防护眼镜等个人防护用品。

（3）维修射线装置时，人员受意外照射。

设备维护人员在维护 DSA 射线管或测量探测器时，射线管正处于出束状态；DSA 上的指示灯和声音装置均失效。此时维护人员位于 X 射线主射束方向或散射站立区方向，无任何屏蔽措施。

剂量估算：

(1) 按照本项目 DSA 手术室在透视电压下 1m 处无铅衣铅屏风遮挡的情况下站立区的空气比释动能率为 $7.94E+06\mu\text{Gy/h}$ 。

表11-10 DSA 手术室透视工况下 DSA 可能发生的辐射事故

距机头距离 (m)	各时段的射线所致辐射剂量 (Gy)					
	3min	6min	9min	12min	15min	20min
0.3	6.91E-04	1.38E-03	2.07E-03	2.76E-03	3.45E-03	4.61E-03
0.5	2.49E-04	4.97E-04	7.46E-04	9.95E-04	1.24E-03	1.66E-03
0.9	7.68E-05	1.54E-04	2.30E-04	3.07E-04	3.84E-04	5.12E-04
1.2	4.32E-05	8.64E-05	1.30E-04	1.73E-04	2.16E-04	2.88E-04
1.5	2.76E-05	5.53E-05	8.29E-05	1.11E-04	1.38E-04	1.84E-04
总结	实际情况下 0.45m~1m 范围站立着医师和护士，误入人员难以接近机头如此近的距离，若公众位于机头 0.9m 处，停留 6min 以上才有可能发生一般辐射事故，在此期间，室内和控制室内辐射工作人员有足够时间发现误入人员并按下急停按钮。因此在透视工况下手术过程中如果室内有误入人员，难以发生辐射事故。					

(2) 按照本项目 DSA 手术室在拍片电压下 1m 处无铅衣铅屏风遮挡的情况下站立区的空气比释动能率为 $2.38E+08\mu\text{Gy/h}$ 。

表11-11 DSA 手术室拍片工况下 DSA 可能发生的辐射事故预估

距离机头的距离 (m)	各时段的射线所致辐射剂量 (Gy)					
	2s	4s	6s	8s	10s	30s
0.3	5.13E-05	1.03E-04	1.54E-04	2.05E-04	2.56E-04	7.69E-04
0.6	1.28E-05	2.56E-05	3.84E-05	5.13E-05	6.41E-05	1.92E-04
0.9	5.70E-06	1.14E-05	1.71E-05	2.28E-05	2.85E-05	8.54E-05
1.2	3.20E-06	6.41E-06	9.61E-06	1.28E-05	1.60E-05	4.81E-05
1.5	2.05E-06	4.10E-06	6.15E-06	8.20E-06	1.03E-05	3.08E-05
总结	实际情况下拍片过程中医护人员基本撤离手术室，此时亦有技师能够隔窗观察室内情况。在拍片过程中，技师设定好参数后，拍片持续时间通常以 ms 计。因此即使以极端情况考虑，拍一张片需要 2ms，若公众处于机头 0.3m 处，停留过程中拍片达到 2000 张才可能构成一般辐射事故。					

事故后果：

对于 DSA 手术室而言，对于本项目数字减影血管造影机（DSA）透视或拍片过程中，无铅衣铅屏风遮挡情况下，职业人员和公众均很难造成一般辐射事故。

(3) 维修射线装置时，人员受意外照射

假设 1 名设备维修人员在维护 DSA 射线管或平板探测器时，射线管正处于出束状态，C 臂上的指示灯和声音装置均失效，室内还有另一名维修人员站在床旁，此时两位辐射工作人员均未采取防护措施。入射体表剂量率参考值 100mGy/min

（GBZ130-2020）表 E.4 估算。

表11-12 DSA手术室内DSA持续出束情况下检修人员受到累计剂量

距离	各时段的射线所致辐射剂量（Gy）					
	3s	6s	9s	10s	15s	30s
主射线方向0.3m处	0.056	0.111	0.167	0.278	0.370	0.556
主射线方向0.6m处	0.014	0.028	0.042	0.069	0.093	0.139
主射线方向0.9m处	0.006	0.012	0.019	0.031	0.041	0.062
站立区0.3m	1.10E-05	2.19E-05	3.29E-05	5.48E-05	7.31E-05	1.10E-04
站立区0.6m	2.74E-06	5.48E-06	8.22E-06	1.37E-05	1.83E-05	2.74E-05
站立区0.9m	1.22E-06	2.44E-06	3.65E-06	6.09E-06	8.12E-06	1.22E-05
站立区2m	2.47E-07	4.93E-07	7.40E-07	1.23E-06	1.64E-06	2.47E-06
站立区3m	1.10E-07	2.19E-07	3.29E-07	5.48E-07	7.31E-07	1.10E-06
总结	处于站立区的检修人员受到的剂量通常不会超标，但主射线方向的检修人员如果在出束状态下停留过久可能发生一般辐射事故，因此检修人员应注意携带个人剂量报警仪以及防护用品。					

事故后果：

对于本项目数字减影血管造影机（DSA）最大可信事故为一般辐射事故。针对一般辐射事故建设单位需进行超标原因调查，并最终形成正式调查报告，经本人签字确认后上报发证机关。

表 11-13 项目的环境风险因子、潜在危害及可能发生的事故等级

环境风险因子	潜在危害	事故等级
X 射线	射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射	一般辐射事故

5. 事故处理方法及预防措施：

针对以上可能发生的事故风险，医院根据发生辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围制定辐射事故应急方案。

与此同时，建设单位应加强辐射安全管理，在项目运行时严格遵循制定的相关操作规程和辐射安全管理制度，并在实际工作中不断对其完善；医院应定期对装置进行检查、维护，发现问题及时维修，并应定期监测辐射工作场所周围的环境辐射剂量率等，确保辐射工作安全有效运转。

根据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理与报告制度的通知》（环发〔2006〕145号）规定，发生辐射事故时，建设单位应立即启动企业内部的事事故应急方案，采取必要防范措施，并在2小时内向乐山市生态环境局和乐山市公安局报告，造成或者可能造成人员超剂量照射的，同时向乐山市卫生健康委员会报告。事故发生后建设单位应积极配合生态环境部门、公安部门及卫生部门调查事故原因，并做好后续工作。

具体应急处理措施要求：

严格遵守射线装置的操作规程，一旦发生按钮不能复位或其他情况导致射线装置一直出射线或者其他紧急情况危急受检者或者辐射工作人员安全时：

1.在场辐射工作人员立即按下急停按钮或切断主控电源，疏散人员，及时上报辐射安全与环境保护委员会。

2.建设单位启动应急预案，辐射安全与防护管理委员会成员到场控制现场，按照规定设置隔离区域。

3.辐射安全与防护管理委员会组长或副组长在掌握现场事故情况后，及时报告乐山市生态环境局和乐山市公安局，造成或者可能造成人员超剂量照射的，同时向乐山市卫生健康委员会报告，并在2小时内填写《辐射事故初始报告表》。

4.协助生态环境、卫生健康部门调查事故原因。

5.协助专业人员对受照人员进行受照剂量估算，并协助进行身体检查和医学观察。

6.在与各主管部门达成信息一致后，及时向公众发布消息，准确引用国家标准及法律法规内容消除公众疑虑。

7.事故处理后保存好受照人员体检资料，做好跟踪观察。

8.射线装置经专业工程师维修，验收合格后方可使用。

9.总结经验教训，定期进行安全演练，并邀请专家对职业工作人员和管理层进行相关培训，防止类似事故的再次发生。

预防措施

建设单位严格执行《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，拟采取的事故防范措施主要包括辐射安全管理和设备固有安全设施两方面。

辐射安全管理措施

①建设单位已成立辐射安全与放射防护管理委员会，负责全院辐射防护监督与检查工作。建设单位完善各种辐射安全防护制度、防护工作计划、辐射事故应急预案并定期组织演练；全面贯彻落实放射防护法律法规、行政规章和卫生行业标准，确保临床放射诊疗质量和医疗安全，推进放射诊疗工作的科学化、规范化、标准化、制度化、流程化管理；制定辐射安全和放射防护相关职责、制度、流程、操作技术规范及相关质量控制方案；检查各种制度、防护措施为贯彻落实情况；组织实施辐射工作人员学

习关于辐射安全与防护相关的法律法规及防护知识的培训工作；定期组织对辐射工作场所、辐射设备的防护效果检测，检查辐射工作人员是否按照有关规定佩戴个人剂量计并定期进行个人剂量检测结果存档，组织辐射工作人员进行上岗前、在岗期间和离岗时的健康体检，并分别完善辐射工作人员个人剂量检测、职业健康管理、培训管理档案。

②建设单位完善辐射事故预防措施及应急处理预案，包括了应急机构的设置与职责及联系电话、应急回应程序、紧急回应措施、条件保障等。

③建设单位补充完善辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、设备使用登记制度、操作规程等。

建设方严格执行以下风险预防措施：

①定期认真地对本单位射线装置的安全和防护措施、设施的安全防护效果进行检测或者检查，制定各项管理制度并严格按照要求执行，对发现的安全隐患立即进行整改，避免事故的发生。

②建设单位拟制定辐射工作设备操作规程。凡涉及对射线装置进行操作，必须按操作规程执行，并做好个人的防护，并应将操作规程张贴在操作人员可看到的显眼位置。

③定期对使用射线装置的安全装置进行维护、保养，对可能引起操作失灵的关键零配件定期更换，并建立射线装置维护、维修台账。

④建设单位所有辐射工作人员在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习辐射安全和防护专业知识及相关法律法规，Ⅱ类射线装置辐射工作人员报考核技术利用辐射安全与防护考核，必须通过考核后方能正式进行上岗作业；Ⅲ类射线装置辐射工作人员由医院自行组织考试。

⑤项目所涉及的射线装置纳入应急适用范围，编制应急预案。

设备固有安全设施本自身采取了多重安全措施，以防止辐射事故的发生，如“急停按钮”、工作状态指示灯箱与 DSA 手术室门连锁等。以上各种事故的防范与对策措施，可减少或避免放射性事故的发生率，从而保证项目的正常运营，也保障了工作人员、公众的健康与安全。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与生态环境管理机构的设置

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规要求，使用Ⅱ类射线装置的单位应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作；辐射工作人员必须通过辐射防护和安全专业知识及相关法律法规的考核。

夹江县人民医院已根据核技术应用现状，按《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求成立辐射安全与环境保护委员会负责相关辐射安全监督管理工作，领导小组职责明确，能有效确保辐射工作人员、社会公众的健康与安全。

医院已承诺本项目新增辐射工作人员在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习辐射安全和防护专业知识及相关法律法规，Ⅱ类射线装置辐射工作人员报考全核技术利用辐射安全与防护考核，必须通过考核后方能正式进行上岗作业。辐射安全与防护考核承诺书见附件 6。

辐射安全管理规章制度

- 根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，夹江县人民医院已制定辐射安全管理制度，制度清单及《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》要求见表 12-1，运行本项目的夹江县人民医院在日后工作实践中，应根据具体情况和实际问题，按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求及时更新、完善的制度的可操作性。
- 根据四川省生态环境厅关于印发《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》要求，《辐射工作场所安全管理要求》、《辐射工作人员岗位职责》、《辐射工作设备操作规程》和《辐射事故应急响应程序》应悬挂于辐射工作场所。上墙制度的内容应字体醒目，简单清楚，体现现场操作性和实用性，尺寸大小应不小于 400mm×600mm。原有核技术利用场所已落实，本项目场所在防护工程完成后，拟在 DSA 手术室内墙上、DSA 手术室控制室墙上显著位置补充张贴大小和字体都足够醒目的以上相应制度，并于毗邻走廊墙上张贴放射防护注意事项告知栏。

本项目建设单位涉及使用Ⅱ类射线装置，根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》“第十六条”和《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》（川环函〔2016〕1400号），建设单位需具备的辐射安全管理要求见表12-3。

表 12-1 建设单位辐射安全管理基本要求汇总对照分析表

序号	辐射管理要求	落实情况	应增加的措施
1	从事生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应持有有效的辐射安全许可证	已取得辐射安全许可证	待本项目环评工作完成，项目建设完成后向发证机关提交重新申领辐射安全许可证的申请材料
2	辐射工作人员应参加专业培训机构辐射安全知识和法规的培训并持证上岗	医院原有 10 个辐射工作人员，均已参加并通过医院组织的防护培训与考核	操作本项目Ⅱ类射线装置辐射工作人员报考全核技术利用辐射安全与防护考核，必须通过考核后方能正式进行本项目上岗作业
3	辐射工作单位应建立辐射安全管理机构或配备专（兼）职管理人员	建设单位已成立“辐射防护领导小组”，专人负责辐射安全管理工作	将本项目纳入其中
4	需配置必要的辐射防护用品和监测仪器并定期或不定期地开展工作场所及外环境辐射剂量监测，监测记录应存档备查	已落实	本项目辐射工作人员以及患者拟增加共计 4 套防护用品；拟购 2 台个人剂量报警仪，并为有辐射工作人员配备足量个人剂量计。新增一台辐射巡测仪
5	辐射工作单位应针对可能发生的辐射事故风险，制定相应辐射事故应急预案，特别应做好数字减影血管造影机（DSA）的实体保卫及防护措施	原有核技术利用项目已落实	将本项目纳入其中
6	辐射工作单位应建立健全辐射防护、安全管理规章制度及辐射工作单位基础档案	已制定	需补充本项目相关制度
7	辐射工作单位应做好辐射工作人员个人剂量监测和职业健康检查，建立健全个人剂量档案和职业健康监护档案	医院原有辐射工作人员已落实	新增辐射工作人员拟落实
8	辐射工作单位应在辐射工作场所入口设置醒目的电离辐射警告标志	原有场所已落实	需要在辐射工作场所入口设置醒目的电离辐射警告标志
9	辐射工作单位应提交有效的年度辐射环境监测报告	原有项目已落实	需增加核技术利用项目（新建、改建、扩建和退役）情况和存在的安全隐患及其整改情况，按照规范格式进一步完善评估报告
10	辐射信息网络	原有项目已落实	核技术利用单位必须在“全

			国核技术利用辐射安全申报系统”(网址 http://rr.mee.gov.cn/rsmsreq/login.jsp)中实施申报登记。申领、延续、变更许可证，新增或注销放射源和射线装置以及单位信息变更、个人剂量、年度评估报告等信息均应及时在系统中申报
11	应建立动态的台帐，射线装置应做到账物相符，并及时更新	/	拟制定

表12-2医院辐射安全防护设施对照分析表

序号	项目	规定的措施和制度	落实情况	应增加的措施	
1	辐射屏蔽措施	主体建筑、防护工程	建筑工程已落实	/	
3		铅防护门 5 扇	/	拟设置 5 扇	
4		铅玻璃窗 2 扇	/	拟设置 1 扇	
6	通排风系统	通排风系统 1 套	/	拟设置 2 套	
7	DSA 手术室	门灯连锁 5 套（手术室四周 5 扇防护门）	/	拟设置 5 套	
8		急停按钮 3 个（床体和操作台自带 1 个急停按钮，拟在 DSA 手术室墙面增设 1 个）	/	拟设置 3 个	
9		对讲系统 1 套	/	拟设置 1 套	
10		安全措施 警示标志（电离辐射警告标志、控制区标志、监督区标志） 控制区标识（手术室四周防护门上） 监督区标识（控制室门外、污物清洗打包间门外、换床缓冲间门外）	/	拟设置	
12		防夹装置 2 个	/	拟设置 2 个	
13		闭门装置 3 个	/	拟设置 3 个	
14		开门按钮 1 个	/	拟设置 1 个	
15		灭火装置 1 套	/	拟购置 1 套	
16		防护用品	患者防护设备 1 套	/	拟购置 1 套
17			医护人员防护设备 3 套	/	拟购置 3 套
18	监测用品	个人剂量报警仪 2 台	/	拟购置 2 台	
19		个人剂量计 14 个	颈部剂量计 6 个	/	拟购置 14 个
20			腰部剂量计 6 个		
21			胸部剂量计 2 个		
22		辐射巡测仪	辐射巡测仪 1 台	/	拟购置 1 台

表12-3管理制度汇总对照表

序号	规定的制度	落实情况	应增加的措施
1	辐射安全与环境保护管理机构文件	原有已落实	增加本项目
2	辐射安全管理规定（综合性文件）	已制定	拟将本项目纳入该规定中

3	辐射工作设备操作规程	已制定	拟将本项目设备纳入
4	辐射安全和防护设施维护维修制度	已制定	拟将本项目设备纳入
5	辐射工作人员岗位职责	已制定	/
6	放射源与射线装置台账管理制度	已制定	拟将本项目纳入
7	辐射工作场所和环境辐射水平监测方案	已制定	拟将本项目纳入
8	监测仪表使用与校验管理制度	已制定	拟将本项目纳入
9	辐射工作人员培训制度（或培训计划）	已制定	拟将本项目纳入完善制度
10	辐射工作人员个人剂量管理制度	已制定	拟将本项目纳入管理
11	辐射事故应急预案	已制定	拟将本项目纳入应急预案
12	质量保证大纲和质量控制检测计划（使用放射性同位素和射线装置开展诊断和治疗的单位）	已制定	完善本项目质量管理
13	其他	《放射防护注意事项告知栏》	拟制定

辐射监测

1.监测方案

1) 请有资质的单位对辐射工作场所和周围环境的辐射水平进行监测，每年1~2次；请有资质的单位对产生辐射的仪器设备进行防护监测，包括仪器设备防护性能的检测，每年1~2次；

2) 辐射工作人员佩戴个人剂量计，并定期（根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）规定，每次送检时间相隔最长不超过3个月）送有资质部门进行监测，建立个人剂量档案；

3) 定期自行开展辐射监测，制定定期监测制度，监测数据存档，建议监测周期为1次/月。

2.监测仪器

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求，使用II类射线装置的单位应配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。建设单位需配备辐射巡测仪1台，用于数字减影血管造影机（DSA）辐射工作场所使用期间定期巡检。

建设单位拟为DSA手术室所有参与介入治疗的辐射工作人员各配备14个个人剂

量计，用于监测其接受的有效剂量，拟为DSA项目配备2个人剂量报警仪和1台辐射巡测仪。项目运行后医院应定期对DSA手术室周围环境辐射水平监测，并做好监测记录。

针对本项目新增的所有辐射工作人员，拟委托有资质的单位对辐射工作人员开展个人剂量监测，本报告针对辐射工作人员管理提出如下建议：

建设单位应向委托监测的单位提出不同部位配备不同颜色的剂量计。根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）中8.2.2要求，职业照射个人监测档案应终生保存。保证每名辐射工作人员的个人剂量计专人专用，每个季度及时送检。

根据《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》（川环函〔2016〕1400号）要求，应加强医护人员个人剂量的监督检查，对每季度检测数据超过1.25mSv的医院要求进一步调查明确原因，并由当事人在情况调查报告上签字确认。当全年个人剂量超过5mSv时，建设单位需进行超标原因调查，并最终形成正式调查报告，经本人签字确认后上报发证机关；当连续5年的平均个人剂量超过20mSv或单年个人剂量超过50mSv时，建设单位应展开调查查明原因，确定为辐射安全事故时，应启动辐射事故应急预案。

3.监测内容和要求

（1）监测内容：X- γ 辐射剂量率；

（2）监测范围：工作场所周围、地下停车场、楼上候诊区、院区外道路区域；

（3）监测点位和数据管理：DSA手术室点位包括DSA手术室内、四周墙体表面30cm处（换床缓冲间、放射科走廊、控制室、污物清洗打包间、MRI室、设备间）、楼上30cm处（五官科走道）、楼下170cm处（污洗间）、4扇DSA手术室防护门（换床缓冲防护门、刷手区防护门、控制室防护门、污物清洗打包间防护门）表面30cm处及缝隙处、观察窗表面30cm处及缝隙处、管线洞口、工作人员控制室操作位。委托监测每年至少1次，自行监测每月至少1次，本项目监测数据应当存档。

表12-4 DSA手术室辐射环境监测一览表

工作场所	监测项目	监测点位		备注
DSA手术室	环境X- γ 辐射剂量率	1	DSA手术室内（关机）	自行监测
		2	东南墙外 30cm 处（控制室）	
		3	东南侧门外 30cm 处（控制室）	
		4	东南侧窗外 30cm 处（控制室）	
		5	西南侧墙外 30cm 处（污物清洗）	
		6	西南侧门外 30cm 处（污物清洗）	

		7	西北侧墙外 30cm 处（MRI 室）	
		8	北侧墙外 30cm 处（放射科走廊）	
		9	东北侧墙外 30cm 处（换床缓冲）	
		10	东北侧门外 30cm 处（换床缓冲）	
		11	东南侧门外 30cm 处（刷手区）	
		12	楼上 30cm 处（五官科走道）	
		13	楼下 170cm 处（污洗间）	
		16	管线洞口	
		17	工作人员操作位	

（4）监测质保：确保执行完善后的《监测仪表使用与校验管理制度》，并利用委托监测获得的监测数据进行比对并建立比对档案。监测须采用国家颁布的标准方法或推荐方法并制定辐射环境监测管理制度。

落实以上措施后，本项目所配备的防护用品和监测仪器以及实施的监测方案能够满足相关管理要求。项目投运前，建设单位应当按照国务院生态环境行政主管部门规定的标准和程序，对配套建设的环境保护措施进行验收。验收报告编制完成后应依法向社会公示验收报告。

在本项目建成运行后，应密切注意辐射工作人员个人剂量数值，根据累积剂量及时调整工作量，防止个人剂量超标。

辐射事故应急

夹江县人民医院针对可能产生的辐射事故情况制定事故应急预案，应急预案内容包括有：

- （1）组织机构与职责；
- （2）应急响应；
- （3）应急保障；
- （4）培训、演练；
- （5）应急预案管理与更新、奖惩。

实施本项目的夹江县人民医院应依据《中华人民共和国放射性污染防治法》、《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》（环发〔2006〕145号文）要求，发生辐射事故时，医院应立即启动医院内部的事故应急方案，采取必要防范措施，并在2小时内向所在地生态环境部门（乐山市生态环境局）和公安部门（乐山市公安局）报告，造成或者可能造成人员超剂量照射的，同时向卫生健康部门（夹江县卫生健康委员会）报告。事故发生后医院应积极配合生态环境部门、公安

部门及卫生健康部门调查事故原因，并做好后续工作。从而保证一旦发生辐射意外事件时，即能迅速采取必要和有效的应急回应行动，妥善处理辐射事故，保护工作人员和公众的健康与安全。医院应加强管理，严格执行安全操作规程，并确认经常确认辐射工作场所周围的环境辐射剂量率等，确保辐射工作安全有效运转。

表 13 结论与建议

结论**1.实践正当性**

核技术在医学上的应用在我国是一门成熟的技术，在医学诊断、治疗方面有其他技术无法替代的特点，对保障健康、拯救生命起到了十分重要的作用。夹江县人民医院新增数字减影血管造影机（DSA）项目符合夹江县医疗服务需要。因此该项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践正当性”的要求。

2.产业政策相符性与代价利益分析

本项目属于国家发展和改革委员会《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（2021 年修改，国家发展和改革委员会 2021 年令第 49 号）中第十三项“医药”中第 5 条的“新型医用诊断设备和试剂、数字化医学影像设备，人工智能辅助医疗设备，高端放射治疗设备、电子内窥镜、手术机器人等高端外科设备，新型支架、假体等高端植入介入设备与材料及增材制造技术开发与应用，危重病用生命支持设备，移动与远程诊疗设备，新型基因、蛋白和细胞诊断设备”项目，属于国家鼓励类产业，其建设符合国家现行产业政策。

3.选址、布局**项目地理和场所位置**

本项目 DSA 手术室位于乐山市夹江县千佛大道二段 1 号夹江县人民医院门急诊医技综合楼（共 4 层，地上 3 层，地下 1 层）。医院东北侧为千佛大道，南侧隔公园绿化为瓷都大道，西南侧背靠青衣江，西北侧隔无名道路为锦泰棕榈银滩小区。夹江县人民医院本项目地理位置图附图 1。

本项目辐射工作场所所在主体建筑门急诊医技综合楼，西南侧通过连廊与第一住院大楼相连，东南侧隔院区道路为感染楼；西南侧隔院区道路为发热门诊 CT 室；东侧隔院区道路为停车场。夹江县人民医院平面布置图见附图 2。

本项目 DSA 手术室拟建于门急诊医技综合楼一楼。手术室北侧为通道（放射科走廊）；北侧由西往东依次为换床缓冲、洗手区、值班室和办公室；东南侧为控制室；西南侧由西往东依次为设备间、污物清洗打包、无菌物品库房和一次性物品库房；楼

下为污洗间；楼上为五官科病房、走廊。

本项目辐射工作场所由 DSA 手术室、设备室、控制室、病员通道、换床缓冲、刷手区、污物清洗/打包、男女更衣室、库房、值班室、换鞋区、办公室构成构成，拟将 DSA 手术室划分为控制区，将控制室、换床缓冲间、刷手区、污物清洗/打包间和设备间划分为监督区。

本项目 DSA 手术室与控制室等分开单独设置，区域划分明确，DSA 手术室布局基本合理。

4.辐射屏蔽能力分析

DSA 手术室拟设置于夹江县人民医院门急诊医技综合楼一楼，其屏蔽防护为：四周在墙体为东南侧 370mm 实心砖墙，其余为 240mm 实心砖墙+120mm；楼顶为 160mm 混凝土+30mm 硫酸钡水泥；地面为 250mm 混凝土。DSA 手术室四周防护门为 4mmPb 铅门；东南侧墙安装两扇含有 4mm 铅当量铅玻璃观察窗。

根据理论计算 DSA 手术室四周墙体、楼顶、地面、防护门、防护窗屏蔽厚度满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求。

5.保护目标剂量

根据理论计算，本项目辐射工作人员、周围公众年受照有效剂量均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）剂量限值和本项目管理目标限值的要求（职业人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.1mSv）。

6.辐射安全措施

本项目运行后，辐射工作人员应按国家有关要求佩戴个人剂量计并建立个人剂量档案，定期进行职业健康体检并建立职业健康档案。拟配备个人剂量计、个人剂量报警仪。拟在控制区入口设置电离辐射警告标志及控制区标志，并将安装工作状态指示灯，灯箱上将设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句；拟在控制区入口（手术室四周防护门）张贴控制区标识，拟在监督区入口的控制室门、设备间、换床缓冲、污物清洗打包间门上设置监督区标志。DSA 手术室防护门（患者门）和刷手区防护门（医护门）拟设置闭门装置和防夹装置，控制室和 DSA 手术室拟设置对讲装置，且拟配备机器床体、操作台和手术室内墙上各自装 1 个急停按钮，为了防止紧急情况门口安装一个从内部打开的开门按钮。拟为 DSA 医护人员和患者配备铅衣、铅眼

镜、铅帽、铅防护围脖、铅手套、铅屏风等辐射防护用品，要求规格符合有关法律法規的规定。

7.辐射环境管理

- 1) 拟委托有资质的单位每年对辐射工作场所周围环境辐射剂量率进行检测；
- 2) 医院拟配备辐射巡测仪及个人剂量报警仪，医院定期对工作场所辐射水平进行检测；
- 3) 医院拟委托有资质的公司开展个人剂量监测，所有在职辐射工作人员要求佩戴个人剂量计，为 DSA 手术室内医护人员增加相应个人剂量计数量。医院应及时跟踪监测单位核实数据原因，及时发现、解决问题。医院拟根据现有核技术应用情况完善辐射环境监测方案。

拟为本项目数字减影血管造影机（DSA）手术室配备 8 名辐射工作人员，包括 4 名医师，2 名护士及 2 名技师。根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射工作人员职业健康管理辦法》的要求，为保护辐射工作人员身体健康，医院拟将定期委托单位对 8 名新增辐射工作人员进行职业健康体检。医院将在本项目开展前再对相关辐射工作人员进行岗前体检，再次确认是否适合从事放射性工作。

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》以及《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲》的要求，夹江县人民医院已制定相关管理制度。

8.辐射安全许可证重新申领

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019 年修订）“生产、销售、使用放射性同位素和射线装置的单位，应当依照本章规定取得许可证”；在本项目环境影响评价档取得乐山市生态环境局批复后，建设单位需准备以下档并提交审管部门（四川省生态环境厅），申领辐射安全许可证。

办理流程：受理、审查、决定、制证、颁发和送达。

表 13-1 辐射安全许可证重新申领材料

序号	材料名称	材料形式		材料类型	纸质材料规格	材料必要性	来源渠道	来源渠道说明	受理标准	填报须知
		纸质	电子							
1	《辐射安全许可证申请表》1份	1份	1份	原件	A4	必要	申请人自备	—	签字处盖章、骑缝章、	—

									逐页盖章	
2	单位现存的和拟新增的放射源和射线装置明细表	1份	1份	复印件	A4	必要	申请人自备	—	—	—
3	企业法人营业执照或事业单位法人证书正、副本及法定代表人身份证	1份	1份	复印件	A4	非必要	政府部门核发	市场监督管理局	—	—
4	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十三条和第十六条相应规定的证明材料	1份	1份	复印件	A4	必要	申请人自备	—	—	—
5	经审批的环境影响评价文件	1份	1份	复印件	A4	非必要	政府部门核发	生态环境局	—	—

9.项目环保竣工验收检查内容

根据《国务院关于修改〈建设项目环境保护管理条例〉的决定》，工程建设执行污染治理设施应与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的“三同时”制度。根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，项目投入运行后，建设单位应当按照国务院生态环境行政主管部门规定的标准和程序，自行对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告，并依法向社会公开验收报告。根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》第十二条除需要取得排污许可证的水和大气污染防治设施外，其他环境保护设施的验收期限一般不超过3个月；需要对该类环境保护设施进行调试或者整改的，验收期限可以适当延期，但最长不超过12个月。建议建设单位在本项目环境保护设施竣工后3个月内进行竣工环保验收。

表 13-2 项目环保竣工验收检查一览表

序号	项目	规定的措施和制度
1	辐射屏蔽措施	防护工程
3		铅防护门 5 扇
4	通排风系统	铅玻璃窗 2 扇
6		通排风系统 1 套
7	DSA 手术室 安全措施	门灯连锁 5 套（手术室四周防护门）
8		急停按钮 3 个 （床体和操作台自带 1 个急停按钮，拟在 DSA 手术室墙面增设 1 个）
9		对讲系统 1 套
10		警示标志（电离辐射警告标志、控制区标志、监督区标志）
12		防夹装置 2 个（DSA 手术室防护大门和东南侧防护门）
13		闭门装置 3 个（设备间防护门、控制室防护门、污物清洗间防护

			门)	
14			消防措施 1 套	
15			开门按钮 1 个	
15		防护用品	患者防护设备 1 套	
16			医护人员防护设备 3 套	
17		监测用品	个人剂量报警仪 2 台	
18			个人剂量计 14 个	颈部剂量计 6 个
19				腰部剂量计 6 个
20				胸部剂量计 2 个
21			辐射巡测仪 1 台	

综上所述，夹江县人民医院新增数字减影血管造影机（DSA）项目符合实践正当化原则，拟采取的辐射安全和防护措施适当，工作人员及公众受到的年有效剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量限值”的要求。在落实本报告提出的各项污染防治和管理措施后，医院将具有与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和具备相应的辐射安全防护措施，其设施运行对周围环境产生的影响较小，故从辐射环境保护角度论证，项目可行。

建议和承诺

1) 该项目运行中，应严格遵循操作规程，加强对操作人员的培训，杜绝麻痹大意思想，以避免意外事故造成对公众和职业人员的附加影响，使对环境的影响降低到最低。

2) 各项环保设施及辐射防护设施必须正常运行，严格按国家有关规定要求进行操作，确保其安全可靠。

3) 定期进行辐射工作场所的检查及监测，如发现监测结果超过管理限值，应及时查找原因、排除事故隐患，把辐射影响减少到“可以合理达到的尽可能低的水平”。

4) 加强对辐射工作人员个人剂量的管理，若发现季度监测数据超过1.25mSv，应及时进行调查、查找原因，并采取相应的干预管理措施；定期将辐射监测设备送至有检定资质的单位进行检定，保证监测设备监测数据的有效性；个人防护用品使用达到五年期限时，应及时更新。

5) 医院应当对本单位的射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年1月31日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

6) 本项目环评审批后，医院应及时到四川省生态环境厅重新申领《辐射安全许可证》，办理前应登录“全国核技术利用辐射安全申报系统”中实施重新申领登记。根

据《建设项目环境保护管理条例》，工程建设执行污染治理设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的“三同时”制度。建设项目正式投产运行前，建设单位应按规定进行项目竣工环保验收。

表 14 审批

下一级生态环境部门预审意见：

经办人

公 章

年 月 日

审批意见：

经办人

公 章

年 月 日